

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

*Trabajo de titulación previo a la  
obtención del título de Ingeniero  
Mecánico Automotriz*

**PROYECTO TÉCNICO:**  
**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA UNA CONDUCCIÓN  
EFICIENTE DE VEHÍCULOS TIPO M1 A TRAVÉS DE UN  
ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

**AUTORES:**

MOROCHO SIGÜENZA JHONATAN XAVIER

MUÑOZ GUAMÁN DIEGO DARÍO

**TUTOR:**

ING. RAFAEL WILMER CONTRERAS URGILES, M.Sc.

Cuenca – Ecuador

2019

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Jhonatan Xavier Morocho Sigüenza con documento de identificación N° 0106841711 y Diego Darío Muñoz Guamán con documento de identificación N° 0302311758, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **PROPUESTA METODOLÓGICA PARA UNA CONDUCCIÓN EFICIENTE DE VEHÍCULOS TIPO M1 A TRAVÉS DE UN ANÁLISIS ESTADÍSTICO**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Mecánico Automotriz*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En virtud a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual y en nuestra condición de autores, nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

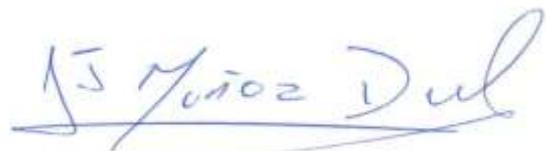
Cuenca, febrero del 2019



---

Jhonatan Xavier Morocho Sigüenza

C.I. 0106841711



---

Diego Darío Muñoz Guamán

C.I. 0302311758

## CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **PROPUESTA METODOLÓGICA PARA UNA CONDUCCIÓN EFICIENTE DE VEHÍCULOS TIPO M1 A TRAVÉS DE UN ANÁLISIS ESTADÍSTICO**, realizado por Jhonatan Xavier Morocho Sigüenza y Diego Darío Muñoz Guamán, obteniendo el *Proyecto Técnico*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, febrero del 2019



---

Ing. Rafael Wilmer Contreras Urgiles, M.Sc.

C.I. 0104463328

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Jhonatan Xavier Morocho Sigüenza con documento de identificación N° 0106841711 y Diego Darío Muñoz Guamán con documento de identificación N° 0302311758, autores del trabajo de titulación: **PROPUESTA METODOLÓGICA PARA UNA CONDUCCIÓN EFICIENTE DE VEHÍCULOS TIPO M1 A TRAVÉS DE UN ANÁLISIS ESTADÍSTICO**, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico* es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

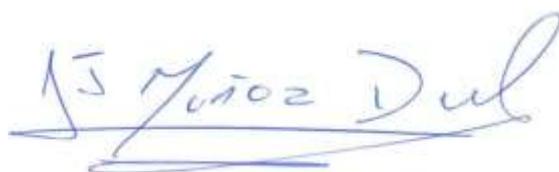
Cuenca, febrero del 2019



---

Jhonatan Xavier Morocho Sigüenza

C.I. 0106841711



---

Diego Darío Muñoz Guamán

C.I. 0302311758

## **Dedicatoria**

Dedicatoria.

Dedico el presente trabajo a:

Mis Padres y Hermanos,

Por ser quienes me acompañan incondicionalmente  
en el camino de la Ingeniería Mecánica Automotriz

*Diego Darío Muñoz G.*

## **Dedicatoria**

El presente proyecto de titulación lo dedico a mis padres, por ser el pilar fundamental en mi vida, así como también en mi formación académica ya que, con su sacrificio y amor, me han encaminado para conseguir todas las metas que me he planteado a lo largo de toda mi vida.

*JHONATAN XAVIER MOROCHO SIGÜENZA*

## **Agradecimiento**

Agradezco principalmente a Dios, por la vida y la oportunidad de mejorar como ser humano mediante el estudio y el conocimiento realizado en el trayecto universitario.

Gracias a toda mi familia, a los seres que me dieron la vida, a mis padres, Ventura Muñoz y Rosa Guamán, por su referente de fortaleza y sabiduría.

Gracias a mis hermanos, Alejandro Muñoz y Teodoro Muñoz, por su paciencia y buenos deseos de superación.

*Diego Darío Muñoz G.*

## **Agradecimiento**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, por guiarme en cada decisión que tomo, encaminándome a ser una persona de provecho en la parte religiosa como personal.

A mi padre Manuel Morocho, por ser la persona que me ayudado a salir adelante en mi formación académica, aunque con un consejo a la distancia, pero el más acertado en cada momento, así como también a mi madre Teresa Sigüenza, al ser el motor fundamental en mi vida ya que su paciencia, entrega y dedicación hacia mi persona formo mi personalidad y todo lo que soy hoy en día.

A mi tutor, el Ing. Wilmer Contreras MSc., por su ayuda incondicional y desinteresada en el desarrollo del presente trabajo de titulación, agradezco su tiempo y paciencia.

*JHONATAN XAVIER MOROCHO SIGÜENZA*

## **Resumen**

El presente trabajo tiene como objetivo realizar una propuesta metodológica para una conducción eficiente de vehículos tipo M1 a través del análisis estadístico del Sindicato de Choferes de Baños. Aquí se determina el estado de conducción para estudiantes e instructores por medio de recepción de señales de los sensores TPS, ECT, IAT, O2, CMP, MAP y VSS, donde se realiza la adquisición y análisis estadísticos.

Primero se realiza la revisión bibliográfica que determinan el estado del arte con el fin de obtener variables significativas como son: RPM, % de apertura del TPS, depresión en el múltiple de admisión, Temperaturas y gases mal combustionados que intervengan directamente para la creación del método de conducción eficiente de los vehículos.

Seguido se realiza la creación del software de recepción de señales por medio del software Labview y la tarjeta de adquisición de datos DAQ-6212, además se analiza la ruta adecuada para la realización de toma de muestras y finalmente se crea la base de datos con las muestras realizadas dando como resultado el estado actual de conducción de instructores y estudiantes del Sindicato de Choferes de Baños.

En el tercer punto se determinan los valores característicos de una conducción eficiente, donde se tiene que los valores del Sensor MAP no debe superar los 30 Kpa y el sensor TPS debe mantener valores inferiores al 50% en la apertura de la mariposa de aceleración, con esto se mejora el software de adquisición de datos y se crea la guía de la misma para aplicarla en nuevas muestras con el fin de obtener mejoras en el método de conducción, a través de análisis estadísticos y comparativos.

Finalmente, en base a un tratamiento estadístico ANOVA que valora las muestras obtenidas con los sensores MAP y TPS en la ruta planteada, donde se analiza la ruta en sus diferentes etapas. Además, se da la propuesta del software Asistente de Conducción denominado “EFICOND 1.0” con la que se obtienen los valores estadísticos que corroboran la implementación de la guía de conducción eficiente, donde se obtiene mejoras en los estudiantes del 11% y 18% para instructores del Sindicato de Choferes de Baños.

**Palabras Clave:** Conducción Eficiente, Vehículos M1, TPS, ECT, IAT, O2, CMP, MAP, VSS, DAQ, Labview, ANOVA, EFICOND 1.0.

## **Abstract**

The purpose of this project is to determine the driving status of students and instructors of Sindicato de Choferes de Baños for M1 vehicles through the reception of signals from the TPS, ECT, IAT, O2, CMP, MAP and VSS sensors by applying analysis statistical.

Firstly, is done the bibliographic reviews that determine the state of the artistry are carried out in order to obtain significant variables that directly intervene in the efficient driving method of the vehicles.

The creation of the signal reception software is then carried out by means of the data acquisition card DAQ-6212 and the Labview software, the appropriate route for sampling is analyzed and finally a database is created with the samples by obtaining the current state of driving instructors and students of Sindicato de Choferes de Baños.

Are determined the characteristic values of an efficient driving , getting better the software of data acquisition and created the guide of the same apply it to in new samples in order to obtain improvements in the driving method, through statistical and comparative analysis.

Finally it's done an ANOVA statistical treatment that evaluates the samples obtained with the MAP and TPS sensors in the proposed route, analyzing them in their different stages. With the statistical values it is determined if the implementation of the driving guide obtains improvements in the students or instructors of Sindicato de Choferes de Baños.

**Key words:** Efficient driving, Vehicles M1, TPS, ECT, IAT, O2, CMP, MAP, VSS, DAQ, Labview, ANOVA, EFICOND 1.0.

## ÍNDICE GENERAL

|  |    |
|--|----|
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....  | 1  |
| <b>PROBLEMÁTICA</b> .....  | 2  |
| <b>OBJETIVOS</b> .....   | 3  |
| <b>OBJETIVO GENERAL</b> .....  | 3  |
| <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....   | 3  |
| <b>1. CAPITULO I</b> .....   | 4  |
| <b>1.1 ESTADO DEL ARTE (CONDUCCIÓN EFICIENTE)</b> .....  | 4  |
| <b>1.2 CONDUCCIÓN EFICIENTE</b> .....  | 6  |
| <b>1.2.1 IMPORTANCIA DE CONDUCCIÓN EFICIENTE</b> .....   | 6  |
| <b>1.2.2 VENTAJAS DE LA CONDUCCIÓN EFICIENTE</b> .....   | 7  |
| <b>1.2.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL VEHÍCULO</b> .....   | 8  |
| <b>1.2.4 CLAVES PARA UNA CONDUCCIÓN EFICIENTE</b> .....  | 9  |
| <b>1.2.4.1 ELEMENTOS QUE AUMENTAN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE</b> .....                            | 10 |
| <b>1.3 PROPUESTAS ACTUALES PARA UNA CONDUCCIÓN EFICIENTE</b> .....                               | 10 |
| <b>1.4 EL VEHÍCULO</b> .....   | 12 |
| <b>1.4.1 CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS SEGÚN LA NORMA ECUATORIANA</b> .....                         | 12 |
| <b>1.5 EMISIÓN DE GASES DEL VEHÍCULO</b> .....   | 14 |
| <b>1.5.1 GASES NO CONTAMINANTES</b> .....  | 14 |
| <b>1.5.2 GASES CONTAMINANTES</b> .....   | 15 |
| <b>2 CAPITULO II</b> .....   | 17 |
| <b>2.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN EL SINDICATO DE CHOFERES PROFESIONALES DE BAÑOS</b> ..... | 17 |
| <b>2.1.1 SELECCIÓN DE RUTA</b> .....   | 17 |
| <b>2.2 DESARROLLO DE LA BASE DE DATOS</b> .....  | 19 |
| <b>2.2.1 MARCO METODOLÓGICO</b> .....  | 19 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 2.2.2 | PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.....                                | 19 |
| 2.2.3 | EQUIPO UTILIZADO PARA EL ANÁLISIS .....                        | 20 |
| 2.2.4 | VEHÍCULO UTILIZADO .....                                       | 21 |
| 2.2.5 | SOFTWARE UTILIZADO (LABVIEW) .....                             | 22 |
| 2.2.6 | HARDWARE UTILIZADO (DAQ-6212) .....                            | 22 |
| 2.2.7 | FACTORES DE ENTRADA PARA EL ANÁLISIS.....                      | 23 |
| 2.3   | SENSORES DEL VEHÍCULO .....                                    | 25 |
| 2.3.1 | SENSOR TPS.....  | 25 |
| 2.3.2 | SENSOR MAP .....   | 27 |
| 2.3.3 | SENSOR O2.....   | 29 |
| 2.3.4 | SENSOR CMP .....   | 30 |
| 2.3.5 | SENSOR VSS.....  | 32 |
| 2.3.6 | SENSOR ECT.....  | 34 |
| 2.3.7 | SENSOR IAT .....   | 35 |
| 2.4   | DESARROLLO DEL SOFTWARE .....                                  | 37 |
| 2.5   | PROCEDIMIENTO PARA CONSUMO DE COMBUSTIBLE.....                 | 39 |
| 2.6   | PROCEDIMIENTO PARA ADQUISICIÓN DE DATOS .....                  | 40 |
| 2.7   | MUESTRAS DE CONDUCCIÓN ACTUAL .....                            | 42 |
| 2.8   | ANÁLISIS DE MUESTRAS .....                                     | 44 |
| 2.8.1 | PRIMERA SECUENCIA .....  | 44 |
| 2.8.2 | SEGUNDA SECUENCIA .....  | 47 |
| 2.9   | BASE DE DATOS .....  | 48 |
| 3     | CAPITULO III.....  | 65 |
| 3.1   | TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA<br>INFORMACIÓN..... | 65 |
| 3.1.1 | PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....                         | 65 |
| 3.2   | DESARROLLO DE SOFTWARE EFICOND 1.0. ....                       | 66 |
| 3.3   | GUIA PARA UNA CONDUCCIÓN EFICIENTE.....                        | 68 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 3.4   | PRUEBAS CON MÉTODO DE CONDUCCIÓN EFICIENTE..... | 72  |
| 4     | CAPITULO IV.....                                | 87  |
| 4.1   | RESULTADOS.....                                 | 87  |
| 4.2   | ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS.....         | 89  |
| 4.2.1 | ANOVA PARA MUESTRAS DE CONSUMO.....             | 89  |
| 4.2.2 | ANOVA PARA MÁXIMOS TPS.....                     | 92  |
| 4.2.3 | ANOVA PARA MÍNIMOS TPS.....                     | 95  |
| 4.2.4 | ANOVA PARA PROMEDIOS TPS.....                   | 97  |
| 4.2.5 | ANOVA PARA MÁXIMOS MAP.....                     | 100 |
| 4.2.6 | ANOVA PARA MÍNIMOS MAP.....                     | 103 |
| 4.2.7 | ANOVA PROMEDIOS MAP.....                        | 105 |
| 4.3   | COMPARACIÓN DE CONDUCCIÓN ACTUAL VS EFICIENTE . | 108 |
|       | CONCLUSIONES.....                               | 110 |
|       | RECOMENDACIONES.....                            | 111 |
|       | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                 | 112 |
|       | ANEXOS.....                                     | 115 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Figura 1.  | Económetro Chevrolet Aveo. ....            | 11 |
| Figura 2.  | Aplicación Think Blue.....                 | 12 |
| Figura 3.  | Ruta #2. ....                              | 18 |
| Figura 4.  | Flujograma para Adquisición de Datos. .... | 20 |
| Figura 5.  | Chevrolet Aveo 1.6. ....                   | 21 |
| Figura 6.  | Tarjeta DAQ-6212.....                      | 23 |
| Figura 7.  | Factores y Variables de entrada.....       | 24 |
| Figura 8.  | Curva TPS.....                             | 26 |
| Figura 9.  | Ubicación TPS.....                         | 26 |
| Figura 10. | Conector TPS.....                          | 26 |
| Figura 11. | Señal sensor MAP. ....                     | 28 |
| Figura 12. | Ubicación sensor MAP.....                  | 28 |
| Figura 13. | Conector del sensor MAP.....               | 28 |
| Figura 14. | Señal del sensor O2. ....                  | 29 |
| Figura 15. | Ubicación del sensor O2.....               | 30 |
| Figura 16. | Conector del sensor O2.....                | 30 |
| Figura 17. | Señal del sensor CMP.....                  | 31 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 18. Ubicación del sensor CMP. ....                                    | 31 |
| Figura 19. Conector del sensor CMP. ....                                     | 32 |
| Figura 20. Señal del sensor VSS. ....  | 33 |
| Figura 21. Ubicación del sensor VSS. ....                                    | 33 |
| Figura 22. Conector del sensor VSS. ....                                     | 33 |
| Figura 23. Curva característica del sensor ECT. ....                         | 34 |
| Figura 24. Ubicación del sensor ECT. ....                                    | 35 |
| Figura 25. Conector del sensor ECT. ....                                     | 35 |
| Figura 26. Curva característica del sensor IAT. ....                         | 36 |
| Figura 27. Ubicación del sensor IAT. ....                                    | 36 |
| Figura 28. Conector del sensor IAT. ....                                     | 37 |
| Figura 29. Diagrama de bloques Labview. ...                                  | 38 |
| Figura 30. Panel Frontal Labview. ...  | 39 |
| Figura 31. Depósito de combustible. ....                                     | 39 |
| Figura 32. Diagrama Eléctrico de Conexión. ....                              | 40 |
| Figura 33. Esquema de conexión. ...  | 41 |
| Figura 34. Configuración DAQ-Assistent. ...                                  | 41 |
| Figura 35. Curva característica TPS. ....                                    | 44 |
| Figura 36. Transformación de señales. ...                                    | 46 |
| Figura 37. Diagrama de bloques del Análisis Estadístico. ....                | 47 |
| Figura 38. Panel Frontal del Análisis Estadístico. ...                       | 48 |
| Figura 39. Estadísticas Graficas TPS Etapa 1 Instructores. ....              | 51 |
| Figura 40. Continuación Graficas Estadísticas TPS Etapa 1 Instructores. .... | 52 |
| Figura 41. Estadísticas Graficas MAP Etapa 1 Instructores. ...               | 53 |
| Figura 42. Continuación Graficas Estadísticas MAP Etapa 1 Instructores. .... | 54 |
| Figura 43. Estadísticas Graficas TPS Etapa 1 Estudiantes. ...                | 55 |
| Figura 44. Continuación Estadísticas Graficas TPS Etapa 1 Estudiantes. ....  | 56 |
| Figura 45. Estadísticas Graficas MAP Etapa 1 Estudiantes. ....               | 57 |
| Figura 46. Continuación Estadísticas Graficas MAP Etapa 1 Estudiantes. ....  | 58 |
| Figura 47. Promedio de Ruta TPS y MAP. ....                                  | 64 |
| Figura 48. Indicadores de conducción eficiente. ....                         | 66 |
| Figura 49. Programación Labview Conducción Eficiente. ....                   | 67 |
| Figura 50. Estadísticas Graficas Etapa 1 Instructores. ....                  | 76 |
| Figura 51. Estadísticas Graficas Etapa 2 Instructores. ....                  | 77 |
| Figura 52. Estadísticas Graficas Etapa 3 Instructores. ....                  | 78 |
| Figura 53. Estadísticas Graficas Etapa 4 Instructores. ....                  | 79 |
| Figura 54. Estadísticas Graficas Etapa 5 Instructores. ....                  | 80 |
| Figura 55. Estadísticas Graficas Etapa 1 Estudiantes. ...                    | 81 |
| Figura 56. Estadísticas Graficas Etapa 2 Estudiantes. ...                    | 81 |
| Figura 57. Estadísticas Graficas Etapa 3 Estudiantes. ...                    | 82 |
| Figura 58. Estadísticas Graficas Etapa 4 Estudiantes. ...                    | 83 |
| Figura 59. Estadísticas Graficas Etapa 5 Estudiantes. ...                    | 84 |
| Figura 60. Promedio de estadísticas Ruta 1 Conducción Eficiente. ....        | 85 |
| Figura 61. Resultados CA VS CE. ....   | 88 |
| Figura 62. Grafica de residuos para Consumo ml. ....                         | 90 |
| Figura 63. Graficas de cajas de consumo. ....                                | 91 |
| Figura 64. Análisis Tukey de Consumo. ....                                   | 92 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 65. Grafica de Residuos Máximos TPS. ....        | 93  |
| Figura 66. Grafica de Cajas para Máximos TPS. ....      | 94  |
| Figura 67. Grafica de Residuos Mínimos TPS. ....        | 95  |
| Figura 68. Gráfico de Cajas para Mínimos TPS. ...       | 97  |
| Figura 69. Graficas de Residuos para Promedios TPS. ... | 98  |
| Figura 70. Gráfico de Cajas para Promedios TPS. ....    | 99  |
| Figura 71. Grafica de residuos para Máximos MAP. ...    | 101 |
| Figura 72. Graficas de Caja para Máximos MAP. ....      | 102 |
| Figura 73. Grafica de Residuos para Mínimos MAP. ....   | 103 |
| Figura 74. Graficas de Caja para Mínimos MAP. ....      | 105 |
| Figura 75. Graficas de Residuos para Promedio MAP. ...  | 106 |
| Figura 76. Graficas de Caja para Promedios MAP. ....    | 107 |
| Figura 77. Resultado de Conducción TPS. ....            | 108 |
| Figura 78. Resultado de Conducción MAP.....             | 109 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Tipos de aceleración. ....                           | 9  |
| Tabla 2. Tipos de Vehículos. Fuente: .....                    | 13 |
| Tabla 3. Vehículos M1 tipo Sedán.....                         | 13 |
| Tabla 4. Características del Vehículo: .....                  | 21 |
| Tabla 5. Características DAQ-6212. ...                        | 23 |
| Tabla 6. Especificaciones sensor TPS. ....                    | 25 |
| Tabla 7. Pines del conector TPS. ....                         | 27 |
| Tabla 8. Especificaciones sensor MAP. ....                    | 27 |
| Tabla 9. Pines del sensor MAP. ....                           | 29 |
| Tabla 10. Especificaciones sensor O2. ....                    | 29 |
| Tabla 11. Pines del sensor O2. ....                           | 30 |
| Tabla 12. Especificaciones del sensor CMP. ...                | 31 |
| Tabla 13. Pines del sensor CMP. ....                          | 32 |
| Tabla 14. Especificaciones del sensor VSS. ...                | 32 |
| Tabla 15. Pines del sensor VSS. ....                          | 34 |
| Tabla 16. Especificaciones del sensor ECT. ...                | 34 |
| Tabla 17. Pines del sensor ECT. ....                          | 35 |
| Tabla 18. Especificaciones del sensor IAT. ....               | 36 |
| Tabla 19. Pines del sensor IAT. ....                          | 37 |
| Tabla 20. Registro de Consumo. ....                           | 40 |
| Tabla 21. Pines de Conexión DAQ. ....                         | 41 |
| Tabla 22. Nomenclatura del tratamiento. ...                   | 42 |
| Tabla 23. Señales obtenidas de los sensores. ...              | 42 |
| Tabla 24. Muestras obtenidas por Instructores. ...            | 43 |
| Tabla 25. Muestras obtenidas por Estudiantes. ....            | 43 |
| Tabla 26. Ecuaciones TPS, MAP y CMP. ....                     | 45 |
| Tabla 27. Valores estadísticos TPS Etapa 1 Instructores. .... | 48 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 28. Valores estadísticos MAP Etapa 1 Instructores. ....                     | 49  |
| Tabla 29. Valores estadísticos TPS Etapa 1 Estudiantes. ...                       | 50  |
| Tabla 30. Valores Estadísticos MAP Etapa 1 Estudiantes. ....                      | 50  |
| Tabla 31. Valores promedio del análisis estadístico, Etapa 1 Instructores. ....   | 58  |
| Tabla 32. Valores promedio del análisis estadístico, Etapa 2 Instructores. ....   | 59  |
| Tabla 33. Valores promedio del análisis estadístico, Etapa 3 Instructores. ....   | 59  |
| Tabla 34. Valores promedio del análisis estadístico, Etapa 4 Instructores. ....   | 60  |
| Tabla 35. Valores promedio del análisis estadístico, Etapa 5 Instructores. ...    | 60  |
| Tabla 36. Valores promedio del análisis estadístico, Etapa 1 Estudiantes. ....    | 61  |
| Tabla 37. Valores promedio del análisis estadístico, Etapa 2 Estudiantes. ....    | 61  |
| Tabla 38. Valores promedio del análisis estadístico, Etapa 3 Estudiantes. ....    | 62  |
| Tabla 39. Valores promedio del análisis estadístico, Etapa 4 Estudiantes. ....    | 62  |
| Tabla 40. Valores promedio del análisis estadístico, Etapa 5 Estudiantes. ....    | 63  |
| Tabla 41. Valores Promedio. ....  | 65  |
| Tabla 42. Tipos de aceleración. ..  | 70  |
| Tabla 43. Simbología para Conducción Eficiente. ...                               | 73  |
| Tabla 44. Datos de Conducción Eficiente. ....                                     | 73  |
| Tabla 45. Valores Estadísticos Conducción Eficiente TPS Etapa 1 Instructores. ... | 74  |
| Tabla 46. Valores Estadísticos Conducción Eficiente MAP Etapa 1 Instructores. ... | 74  |
| Tabla 47. Valores Estadísticos Conducción Eficiente TPS Etapa 1 Estudiantes. .... | 75  |
| Tabla 48. Valores Estadísticos Conducción Eficiente MAP Etapa 1 Estudiantes. ...  | 75  |
| Tabla 49. Valores Promedio TPS y MAP Conducción Eficiente. ....                   | 86  |
| Tabla 50. Valores Máximos TPS y MAP. ....   | 87  |
| Tabla 51. Resumen de Medias para consumo. ...,.....                               | 90  |
| Tabla 52. Análisis de Varianza del Consumo. ...                                   | 92  |
| Tabla 53. Resumen de Medias para Máximos TPS. ....                                | 93  |
| Tabla 54. Análisis de Varianza para Máximos TPS. ...                              | 95  |
| Tabla 55. Resumen de Medias para Mínimos TPS. ....                                | 96  |
| Tabla 56. Análisis de Varianza para Mínimos TPS. ....                             | 97  |
| Tabla 57. Resumen de Medias para Promedios TPS. ....                              | 99  |
| Tabla 58. Análisis de Varianza para Promedios TPS. ...                            | 100 |
| Tabla 59. Resumen de Medias para Máximos MAP. ....                                | 101 |
| Tabla 60. Análisis de Varianza para Máximos MAP. ....                             | 103 |
| Tabla 61. Resumen de Medias para Mínimos MAP. ....                                | 104 |
| Tabla 62. Análisis de Varianza para Mínimos MAP. ...                              | 105 |
| Tabla 63. Resumen de Medias para Promedios MAP. ....                              | 107 |
| Tabla 64. Análisis de Varianza para Promedios MAP.....                            | 108 |

## INTRODUCCIÓN

El estilo de conducción determina en gran medida el consumo de combustible de cualquier vehículo, además de algunas costumbres que aumentan significativamente el gasto del mismo, incluso provocan el deterioro prematuro de sus componentes.

La excesiva concentración de agentes contaminan en la atmósfera es uno de los principales problemas que existe en la actualidad. Las emisiones de gases nocivos que provienen de los vehículos son los causantes del elevado índice que se tiene de contaminación. En el parque automotor se utiliza mayoritariamente combustibles derivados del petróleo, que dan como resultado elevadas emisiones de CO<sub>2</sub>, este aumento provoca el llamado “efecto invernadero”. Debido a que estas emisiones son las causantes de un gran porcentaje de contaminación, esto conlleva que en la actualidad se le da más importancia a la conducción eficiente, a la fabricación de vehículos ecológicos y a la sensibilización de la población.

Según el dirigente del Sindicato de Choferes de Baños se tiene un aproximado de 600 estudiantes en que buscan obtener la licencia de conducción profesional, pero se tiene una problemática ya que se desconoce el estado actual de conducción de instructores y estudiantes de este centro.

La “conducción eficiente” es un nuevo estilo de conducir un vehículo que tiene como objetivo primordial lograr un bajo consumo de carburante, reducir la contaminación ambiental y a su vez obtener un mayor confort en la conducción y una disminución en los riesgos en la carretera (Medina, 2012).

La creación de un software por medio de una tarjeta de adquisición de datos permite receptar señales en tiempo real y obtener valores que se pueden analizar mediante softwares de diseño analítico.

## **PROBLEMÁTICA**

El Ecuador en la actualidad es uno de los países que en los últimos años ha sufrido un deterioro en el sector ambiental con una serie de cambios climáticos , así como también en la seguridad vial al tener un incremento del índice de accidentabilidad los cuales son causados por una mala conducción de vehículos automotores, y según lo expuesto por (Telégrafo, 2016) en los últimos años en Cuenca, el 76% de la contaminación ambiental se atribuye al parque automotor, que lo integran 475 buses y unos 100 mil automóviles particulares, que a pesar de ser relativamente nuevos con respecto al de otras ciudades del país, la contaminación por este medio sigue en una escala ascendente, así como también según lo manifestado por (Universidad Autonoma de Barcelona, 2018) la manera de conducir un vehículo es un factor importante que determina el consumo de combustible y la seguridad en las vías, también cabe mencionar por añadidura (Energía, 2016) que el consumo de combustible se incrementa en un 50% al acelerar de una manera brusca, 15% en un tráfico denso y también en un 2% por cada 50 kg extras a la capacidad nominal de carga del vehículo, cuyos residuos del carburante son los principales agentes que atribuyen a la contaminación ambiental y al ser la actitud que tome el conductor el principal responsable del incremento o disminución del índice de accidentabilidad hoy en día, es muy importante fomentar la concientización para así disminuir la cantidad de accidentes que hoy en día siguen en un constante incremento.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Realizar una propuesta metodológica para una conducción eficiente de vehículos tipo M1 a través de un análisis estadístico.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Recopilar información sobre la conducción eficiente a través de revisiones bibliográficas para la obtención de variables que intervienen directamente en el estudio.
- Analizar las variables significativas que intervienen en la conducción a través del método de Estimación del consumo de combustible y del análisis estadístico para la determinación del tipo de conducción actual.
- Diseñar e implementar una metodología para la conducción eficiente en base al resultado del tipo de manejo actual de la flota de vehículos.
- Evaluar los resultados de la propuesta metodológica a través de un análisis estadístico.

# 1. CAPITULO I

## 1.1 ESTADO DEL ARTE (CONDUCCIÓN EFICIENTE).

El estilo de conducción determina en gran medida el consumo de combustible de cualquier vehículo, además de algunas costumbres que aumentan significativamente el gasto del mismo, incluso provocan el deterioro prematuro de sus componentes.

El uso eficiente de los vehículos y la implementación de planes de ahorro de combustible son claves para la reducción de los costos operativos, ya que el consumo de combustible representa el 20% y 25% de éstos. Esta reducción en consumo de combustible puede traducirse en un incremento de ganancias. (Castaño, 2006).

Para esto es la propuesta establecida como: “Conducción eficiente en transporte de vehículos livianos”, la cual toma los conceptos de torque y potencia para utilizar el vehículo en la zona elástica de máxima eficiencia de trabajo. (Espinal, 2010).

El término “Conducción Eficiente” define a una serie de criterios y buenas prácticas aplicables durante una conducción, que además tienen como objetivo lograr un bajo consumo de combustible, una disminución de contaminación ambiental, un incremento en el confort de la conducción y finalmente una disminución de riesgos en la carretera. (Deuman, 2010).

Se la conoce como 'conducción armónica' y está inspirada en el movimiento de las orugas. Se aplica a las vías rápidas. Porque es en este tipo de infraestructura donde es más fácil adaptar la velocidad a la del vehículo precedente, sin cambios bruscos, mantener una velocidad constante y una distancia de seguridad adecuada. Con este tipo de conducción, se llega antes a destino, sin atasco, sin excesivo gasto de combustible y con menor riesgo de colisión. (D. Salud, Carolina del Sur, 2011).

La Agencia Chilena de Eficiencia Energética resalta en sus guías de capacitación, el estilo de conducción determina en gran medida el consumo de combustible de cualquier vehículo, además de algunas costumbres que aumentan significativamente el gasto del mismo, incluso provocan el deterioro prematuro de sus componentes y el daño generado a la economía personal, las emisiones generadas por los combustibles utilizados por los vehículos han creado la necesidad de fabricar vehículos ecológicos,

sin embargo no todas las empresas cuentan con este tipo de tecnología, por lo que los conductores se convierten en responsables de sacar el mayor provecho del vehículo o de las medidas de gestión implementadas. (A. Chilena, 2012).

Para comprender la conducción eficiente es necesario interpretar las curvas características de par, potencia y consumo específico, las cuales brindan información del vehículo a diferentes rangos de revoluciones. (Byungho, Ikki, & Hyungchul, 2013).

Pensar en el consumo y aprovechamiento del combustible en la actualidad ha tomado una gran importancia, ya que por un lado se tiene políticas nacionales e internacionales que promueven la disminución de la contaminación atmosférica y además el problema del gobierno actual que planea disminuir el subsidio del combustible para el 2015. (González Núñez & Serrano Ayala, 2014).

El enfoque realizado por (Vintimilla Jarrin, 2015) sobre el aumento de emisiones contaminantes por fuentes móviles y el consumo de combustibles del parque automotor en la ciudad de Cuenca se presentan principalmente por el congestionamiento vehicular y al tipo de automotores que no son aptos para circular en la ciudad, con el paso de los años incrementado a un 97% de contaminación ambiental, debidas al tráfico vehicular por lo que se plantea implementar sistemas de mejoramiento de transporte público, además de tener políticas ambientales más estrictas.

El diseño y construcción de un sistema electrónico de adquisición de datos para determinar los costos de movilidad para vehículos tipo M1 y N1 dado por (Holger Rojas T., 2018). Ayuda en el análisis y recepción de datos que ayuden a crear un software que mejore una conducción eficiente.

El estudio realizado por (Montaño Elmer & Ludeña José, 2018), determinan el consumo de combustible y niveles de emisiones contaminantes de un vehículo categoría M1 en rutas con mayor saturación. Esto da una un estimado del nivel de contaminación y el consumo de combustible actual en la ciudad de Cuenca.

De acuerdo a los estudios realizados anteriormente, se concluye que existen 2 factores que intervienen para mejorar la eficiencia al conducir que son: mantenimiento adecuado del vehículo y el método o forma de conducción, este último al ser la actitud que tome el conductor se realiza este análisis con el fin de fomentar y concientizar a los nuevos conductores sobre un método de conducción eficiente, el cual disminuya la contaminación, evite accidentes y ahorre al conductor en reparaciones prematuras.

## **1.2 CONDUCCIÓN EFICIENTE.**

En los últimos años, la tecnología del motor y las prestaciones de los vehículos han incrementado significativamente. Donde hoy en día los vehículos de gasolina y diésel son más eficientes y limpios en cuanto a emisiones de gases contaminantes emitidos al Medio Ambiente.

La “conducción eficiente” es un nuevo estilo de conducir el vehículo, este tiene como objetivo lograr un bajo consumo de carburante a la vez que reducir la contaminación ambiental. A su vez se obtiene un mayor confort en la conducción y una disminución en los riesgos en la carretera (S. Medina, México, 2012).

Esta conducción está basada en una serie de reglas sencillas y eficaces, que buscan aprovechar las posibilidades que ofrecen los motores de los coches actuales.

En los últimos años la eficiencia en la conducción ha sido la gran olvidada. Por ejemplo: en Ecuador el transporte quema más del 50% del petróleo que se consume. Así como la relevancia de estas cifras determina la utilización del automóvil de manera más eficaz. En la ciudad de Cuenca el Centro de Revisión Vehicular (Cuencaire) busca reducir el impacto ambiental por medio de revisiones anuales a los vehículos que circulan en la ciudad; Pero esta reducción sería más efectiva cuando todos los conductores aporten con una conducción eficiente.

### **1.2.1 IMPORTANCIA DE CONDUCCIÓN EFICIENTE.**

El crecimiento paulatino del número de vehículos ha influido que la contaminación aumente notablemente. Por ello los grandes fabricantes de vehículos se han comprometido a trabajar buscando la reducción del consumo de los mismos, por

ejemplo: se tiene que algunos coches hoy en día llegan a consumir menos de 3 litros de combustible cada 100 kilómetros. Lo cual hace evidente que la tecnología automovilista avanza hacia un menor consumo con un mayor rendimiento. Pese a dichos avances la mala utilización del automóvil puede provocar que se anule la eficiencia lograda.

Existen sistemas en los propios vehículos que ayudan en la reducción de consumo de combustible, como por ejemplo:

- Los cambios manuales incrementan el esfuerzo del conductor, pero el consumo es menor que los cambios automáticos.
- Los cambios automáticos modernos ayudan al conductor a economizar, pero al ser mucho más eficientes con una técnica adecuada se logra un menor consumo.
- Los turbocompresores incrementen la potencia y el rendimiento de los motores.
- El control electrónico del motor optimiza el rendimiento de sus componentes.

### **1.2.2 VENTAJAS DE LA CONDUCCIÓN EFICIENTE.**

A través de una conducción eficiente se da un mejor confort en la conducción y se disminuye la tensión. Para conducir de manera eficiente hay que tomar en cuenta: evitar frenazos bruscos y acelerones, así también realizar el cambio de marchas de manera adecuada, de esta manera los ruidos que proceden del motor se disminuyen notablemente. Este tipo de conducción potencializa un estilo de tranquilidad que evita los estados de estrés producidos por el tráfico con lo que el riesgo y la gravedad de los accidentes se reducen.

El comportamiento del conductor influye directamente sobre el consumo del combustible en el vehículo. Hay que tener en cuenta al momento de arrancar el coche o cuando se utiliza el acelerador. Se debe mejorar la capacidad de anticiparse a las situaciones del tráfico, con el fin de frenar lo menos posible, para obtener un ahorro notable de combustible. (D. Castaño, 2016).

Al mantener una velocidad adecuada y constante conlleva que el consumo se mantenga. Esto ayuda a la disminución de costos en el mantenimiento del vehículo

(embrague, frenos, motor, caja de cambios, neumático, etc.) puesto que están sometidos a un esfuerzo menor.

La menor contaminación urbana ayuda a mejorar la calidad del aire respirado, donde la emisión de gases contaminantes se asocia a enfermedades como dificultades respiratorias, enfermedades cardiovasculares, problemas oculares y jaquecas. La reducción de estos gases contribuye además a mejorar los problemas de calentamiento atmosférico.

Además se tiene incrementos en la seguridad vial como:

- Procurar mantener una buena distancia de seguridad, para disponer de tiempo de reacción adecuado.
- Reducir la velocidad máximo que se puede alcanzar en una determinada vía para conseguir una velocidad de conducción constante.
- Conducir anticipadamente ayuda a prevenir a lo que puede suceder.

### **1.2.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL VEHÍCULO.**

Hay que tomar en cuenta para mantenimiento del vehículo (Movistar, 2009). Los principales factores que influyen sobre el consumo de combustible y las emisiones de gases contaminantes son:

- Diagnóstico del motor: El cual ayuda a detectar averías ocultas que producen incrementos en el consumo y emisiones contaminantes.
- Control de niveles de fluidos y filtros: Son muy importantes para mantener un motor en condiciones óptimas.
- Control de la presión de los neumáticos: La presión inadecuada provoca que el vehículo tenga mayor resistencia a la rodadura, por lo que el motor tiene que desarrollar mayor potencia para poner en movimiento al vehículo.
- Una mala distribución de la carga ofrece mayor resistencia al aire y mayor inestabilidad, esta es provocada por la disminución de adherencia del eje delantero.

## 1.2.4 CLAVES PARA UNA CONDUCCIÓN EFICIENTE.

Arranque y la puesta en marcha:

- Dar arranque el motor sin pisar el acelerador.
- En el caso de los motores a diésel, esperar unos segundos antes de iniciar la marcha, de manera que el aceite llegue en condiciones adecuadas a la zona de lubricación.
- En los vehículos a gasolina la marcha debe iniciarse inmediatamente después de arrancar el motor.
- En ambos motores el calentamiento se realiza en movimiento.

Usar la primera marcha para poner en movimiento al vehículo, aquí se debe cambiar lo antes posible a segunda, esto se lo realiza a los 2 segundos o 6 metros de distancia (IDAE, 2006).

En aceleración se puede realizar los cambios de acuerdo a las revoluciones o según la velocidad, como se indica en la tabla 1:

*Tabla 1. Tipos de aceleración. Fuente: Los Autores*

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| ➤ <b>Según las revoluciones</b> | <b>Entre 2000 y 2500 rpm para motores a gasolina</b> |
|                                 | Entre 1500 y 2000 rpm en motores a diésel            |
| ➤ <b>Según la velocidad</b>     | En 3 <sup>ra</sup> marcha, a partir de los 30 km/h   |
|                                 | En 4 <sup>ta</sup> marcha, a partir de los 40 km/h   |
|                                 | En 5 <sup>ta</sup> marcha, por encima de 50 km/h     |

Es importante circular el mayor tiempo posible en las marchas más largas y a bajas revoluciones pues el vehículo de esta manera tiende a consume menos combustible.

La fluidez en la circulación, evitar los frenazos. En el momento en que se detecte un obstáculo o una reducción de la velocidad de circulación en la vía, levantar el pie del acelerador e intentar evitar una frenada brusca. Esto es, frenar con el motor. Se trata de mantener el vehículo en movimiento por su propia inercia con una marcha engranada. Normalmente es el motor el que hace girar las ruedas pero en este caso (acelerador sin pisar y marcha engranada) son las ruedas las que arrastran al motor.

Una anticipación y una buena distancia de seguimiento, hacen que la conducción sea mucho más eficiente y segura. Esto permitirá advertir con suficiente antelación los imprevistos que puedan surgir en la vía y así adoptar medidas para evitar situaciones inminentes. Para lo cual es importante circular de forma que se amplíe al máximo nuestro campo visual dentro de la vía.

Guardar una distancia de seguridad prudente, hará que no se tenga que utilizar los frenos y por tanto un menor uso de las aceleraciones posteriores a las frenadas. (IDAE, 2006).

#### **1.2.4.1 ELEMENTOS QUE AUMENTAN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE.**

Existen elementos y accesorios dentro del vehículo, los cuales si se usan de forma irracional pueden incrementar el consumo de combustible. Estos elementos son:

- **El aire acondicionado o climatizador:** Es uno de los componentes con mayor influencia en el consumo del combustible. Es recomendable mantener la temperatura dentro del habitáculo del vehículo entre 21-22 °C.
- **Las ventanillas:** Conducir con las ventanillas bajadas provoca una mayor oposición al movimiento del vehículo. Donde la fuerza de rozamiento y el aire aumenta. Para ventilar el vehículo mejor es utilizar los dispositivos de aireación.
- **Lámparas de iluminación y lunetas térmicas:** La mala utilización de estos dispositivos genera un incremento de consumo de combustible de hasta un 2% y un 3% respectivamente (IDEA, 2006).

#### **1.3 PROPUESTAS ACTUALES PARA UNA CONDUCCIÓN EFICIENTE.**

En la actualidad los coches suelen venir equipados con dispositivos que ayudan a la realización de la conducción eficiente.

Es importante destacar que en dichos vehículos los conductores pueden utilizar diversos sistemas para verificar el consumo de combustible como: los económetros, ordenadores de a bordo, dispositivos “cruise control” (control programable de velocidad crucero), y limitadores de velocidad, los cuales son de gran utilidad para el ahorro de carburante y control del consumo. En la figura 1 se muestra un tablero equipado con económetro.



*Figura 1. Económetro Chevrolet Aveo. Fuente: Los Autores*

Conducir de una manera adecuada puede hacer que se ahorre un 25% del depósito de combustible y así proteger el medio ambiente. Pero ¿y si también fuera divertido? Con este objetivo en mente Volkswagen lanza "Think Blue". Que se trata de un juego que premia por conducir de manera eficiente. Basado en un sistema que se encuentra incorporado en el propio coche, que informa sobre el consumo medio, el porcentaje de tiempo que se circula sin acelerar ni frenar ("coasting") y nuestro grado de eficiencia al volante.

Esta aplicación puede ejecutarse en segundo plano, la cual consiste en proponer "retos" de conducción, cuyos premios es coleccionar puntos y medallas virtuales, si existe la capacidad de llevarlos a cabo. Por ejemplo, al obedecer 20 veces seguidas al indicador de cambio de marcha o conseguir mantener el índice de eficiencia en un 85% durante 30 km. Es importante recalcar que la complejidad de las pruebas aumenta paulatinamente, ya que hay cinco niveles de dificultad disponibles que se activan a medida del progreso de nuestros logros. En la figura 2 se muestra la aplicación Think Blue Trainer, la cual va incorporado en el radio del vehículo.



Figura 2. Aplicación Think Blue. Fuente: Volkswagen.com

#### 1.4 EL VEHÍCULO.

Según Society of Automotive Engineers (SAE), define que “Un automóvil es un vehículo a motor, destinado a funcionar sobre cuatro ruedas en contacto con el suelo y puede alcanzar un peso de 12000 libras (5000 Kg)”. (SAE Corporation, 2007).

Al ser un vehículo una máquina nos permite desplazarse de un sitio hacia otro. Que no solo pueden transportar personas, sino también animales, plantas y cualquier tipo de objeto.

##### 1.4.1 CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS SEGÚN LA NORMA ECUATORIANA.

De acuerdo a la norma (NTE INEN 3833:2008 y NTE INEN 2656:2016), los vehículos que ocupan la mayor parte del parque automotor se indican en la tabla 2:

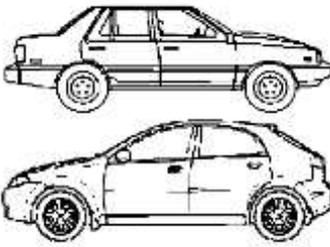
Tabla 2. Tipos de Vehículos. Fuente: Norma NTE INEN 3833,2008

| TIPOS DE VEHÍCULOS |   |
|--------------------|---|
| SUBCLASE           | DESCRIPCIÓN   |
| L                  | Vehículos motorizados con dos, tres o cuatro ruedas.  |
| M1                 | Vehículos con capacidad no mayor a ocho plazas, sin contar el asiento del conductor y sin espacio para viajeros de pie.               |
| M2                 | Vehículos con capacidad mayor a ocho plazas, sin contar el asiento del conductor, y cuyo Peso Bruto Vehicular no supere los 5 000 kg. |
| N1                 | Vehículos automotores cuyo Peso Bruto Vehicular no exceda de 3 500 kg.  |
| SC                 | Vehículos automotores cuyo Peso Bruto Vehicular no exceda de 3 500 kg.  |

Dentro de la subcategoría M1 se encuentran los vehículos tipo sedán, los cuales serán el objeto de estudio para una conducción eficiente. Se indican a en la tabla 3 las características de estos tipos de vehículos, de acuerdo a la Norma.

(NTE INEN 2656, 2016.)

Tabla 3. Vehículos M1 tipo Sedán, Fuente: Norma NTE INEN 2656, 2016

| VEHÍCULOS AUTOMOTORES |              |   |   |
|-----------------------|--------------|---|---|
| Categoría             | Denominación | Características Generales   | Esquema Típico  |
| M1                    | Sedan        | <p><b>Carrocería:</b> cerrada</p> <p><b>Techo:</b> fijo y rígido, parte del mismo puede tener apertura</p> <p><b>Capacidad:</b> conductor y acompañante adelante y 2 o 3 pasajeros en los asientos traseros</p> <p><b>Puertas:</b> 2 o 4 puertas laterales con tapa baúl o portón trasero</p> |  |

## **1.5 EMISIÓN DE GASES DEL VEHÍCULO.**

Los gases son el resultado de la combustión y son clasificados en dos grupos: contaminantes y no contaminantes. Según el Inventario de emisiones 2004 de la Zona Metropolitana del Valle de México – ZMVM-, (SMA-GDF, 2004), estos se puede clasificar en:

### **1.5.1 GASES NO CONTAMINANTES**

Estos gases no producen efectos dañinos al medio ambiente, estos son:

#### **Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>, %)**

Es producto de la quema de combustibles que contiene carbono como es la gasolina. El mismo es un componente natural que se encuentra en un 0.035 por ciento aproximadamente en la atmosfera y a pesar de ser un gas no toxico, es el causante de la reducción el estrato de la atmosfera terrestre que suele servir de protección contra la penetración de los rayos ultra violeta (la tierra se calienta).

#### **Nitrógeno (N<sub>2</sub>, %)**

El nitrógeno a pesar de ser un gas no combustible, incoloro e inodoro, es uno de los componente principales del aire que se respira (78% nitrógeno, 21% oxígeno, 1% otros gases) el cual ayuda en el proceso de la combustión en conjunto con el aire de admisión.

#### **Oxígeno (O<sub>2</sub>, %)**

Es un gas inodoro, incoloro e insípido. Este componente es el más significativo ya que representa el 21% del aire que se respira. Es cual es indispensable para el proceso de combustión, con una mezcla exacta, el consumo de combustible debería ser ideal, y en el caso de haber una combustión incompleta, el exceso de oxígeno se expulsaría por el tubo de escape.

#### **Agua (H<sub>2</sub>O, %)**

Es cierta medida es aspirada por el motor (humedad del aire) o se produce por la combustión “fría” (fase de calentamiento del motor, este representa un 7 %, es un subproducto de la combustión y es expulsado por el sistema de escape del vehículo), se lo puede visualizar con mayor claridad en los días más fríos, al tomar un aspecto

de humo blanco que sale por el conducto del escape, o en el caso de condensarse a lo largo del tubo, se produce un goteo. Es un componente inofensivo de los gases de escape. (A. Cogollo, Quito, 2010).

### **1.5.2 GASES CONTAMINANTES**

Estos gases ocasionan alteraciones en la salud y efectos dañinos en el medio ambiente, según aficionados a la mecánica (2014), estos son:

#### **Monóxido de carbono (CO, %)**

Se produce por la combustión incompleta de combustibles en la cámara de combustión. Es un gas incoloro, inodoro, inflamable y altamente tóxico. Es uno de los principales gases contaminantes que emite los motores de combustión interna alcanzando hasta el 2 % de total del carburante mal combustionado.

#### **Hidrocarburos (HC, ppm)**

Los hidrocarburos son el resultado de la unión de Hidrogeno y Carbono, son combustibles no combustionados, emitidos por el tubo de escape el cual no debe superar los 300 ppm.

En el caso de los Hidrocarburos, el benceno es el potencialmente cancerígeno. Donde las principales fuentes del benceno en el aire son las emisiones provenientes de la combustión y las pérdidas que se generan por la evaporación durante la manipulación, distribución y almacenamiento del combustible (gasolina).

#### **Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>, ppm)**

Son aquellos que tienen un aspecto amarillento, los mismos se forman durante la combustión de plantas eléctrica y automotores. Es un gas irritante, toxico y precedente de la formación de partículas de nitrato, el cual conlleva a la producción de ácidos en el ambiente, el cual no debe superar los 2000 ppm o 15%.

El óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) se producen de dos maneras: en primer lugar, por altas temperaturas a las que se alcanza en las combustiones que provocan la combinación directa del nitrógeno y el oxígeno del aire para dar óxido nítrico, y éste posteriormente se oxida parcialmente a NO<sub>2</sub>. Por esto los motores de combustión interna emiten óxidos de nitrógeno con proporcione variables de NO y NO<sub>2</sub>.

### **Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)**

Este gas se produce durante la quema de combustibles y el procesamiento de los minerales. Este es un gas incoloro, no inflamable y no explosivo.

La fuente de emisión de dióxido de azufre a la atmosfera es principalmente la combustión de productos derivados del petróleo y del carbón, además algunas fuentes naturales de igual forma contribuyen a su formación, como metabolismo anaerobio y los volcanes.

### **Material particulado (PPM)**

Es producido por la quema incompleta del combustible, y está compuesto por pequeñas partículas sólidas y líquidas, las cuales están entre los valores de >2,5 y >10  $\mu\text{m}$ . Las partículas más grandes no permanecen en la atmosfera por mucho tiempo ya que se depositan cerca del tubo de escape del vehículo. Las pequeñas alcanzan a desplazarse distancias grandes, además, estas partículas podrían ingresar al organismo mediante la respiración. (A. Cogollo, Quito, 2010).

## **2 CAPITULO II**

### **2.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN EL SINDICATO DE CHOFERES PROFESIONALES DE BAÑOS**

Luis Carmona, secretario general del Sindicato de Choferes de Baños, dijo que se cubren las 10 aulas que se tienen disponibles, cada una con capacidad para 30 estudiantes. Es decir, se tiene un aproximado de 300 estudiantes, además los cursos para licencias profesionales tipo C, se dictan dos veces al año, lo cual da un aproximado total de 600 alumnos egresados al año.

Para este proceso se cuenta con 15 vehículos, en el que la mayoría son automóviles Chevrolet Aveo Family, en este tipo de vehículo se realiza el proceso de investigación experimental.

En el sindicato de choferes de Baños se tiene designadas 2 rutas de prueba:

- La primera ruta tiene como recorrido el centro de la ciudad.
- En la segunda ruta el recorrido se da por la periferia de la ciudad. Ambas rutas tienen como punto de inicio y llegada el sindicato de choferes de Baños.

#### **2.1.1 SELECCIÓN DE RUTA**

Para la selección de la ruta se tiene el objetivo de obtener la máxima utilización de los recursos del automóvil con el mínimo costo en combustible y mínima emisión de gases contaminantes, para ello se toma en cuenta los siguientes aspectos:

- Congestionamiento vehicular
- Velocidades permitidas
- Tiempo de recorrido
- Relieve de la ruta

En base a estos criterios se opta la ruta 2, la cual se muestra en la figura 3, en la cual se da el menor congestionamiento vehicular, salvo en horas pico. Además en esta ruta se puede alcanzar velocidades hasta 90 km/h en la cual se puede utilizar todas las marchas del vehículo. En esta ruta al no tener un congestionamiento continuo el tiempo de recorrido es prácticamente el mismo en cada vuelta. Esta ruta al ser en la periferia de la ciudad se tiene pendientes tanto en la ruta de ida como en la de retorno

lo cual ayudara a determinar el adecuado manejo por parte de los estudiantes y conductores del sindicato de choferes.

La ruta 2 se constituye en 5 etapas como se muestra en la figura 3, las cuales se describen a continuación:

**Etapa 1:** Esta etapa tiene como punto de inicio en el sindicato de choferes de baños, a través de la Av. Ricardo Duran hasta llegar al Control Sur. Esta etapa tiene un congestionamiento vehicular bajo.

**Etapa 2:** Aquí se continúa desde el control sur por la Av. De las Américas hasta llegar al sector de la Feria Libre, donde se da un alto congestionamiento vehicular.

**Etapa 3:** Se continúa por Av. De las Américas hasta llegar a la autopista Cuenca-Azogues (E35), donde se tiene un congestionamiento vehicular medio. Aquí se termina la ruta de ida, en las próximas 2 etapas se da la ruta de retorno utilizada.

**Etapa 4:** En la autopista cuenca azogues se continúa por la ruta E35 hasta llegar al control sur. Esta etapa tiene un flujo de tráfico rápido.

**Etapa 5:** Desde el control sur se retorna nuevamente por la Av. Ricardo Duran hasta llegar al sindicato de choferes de baños, al igual que la etapa 1 esta posee un congestionamiento vehicular bajo.

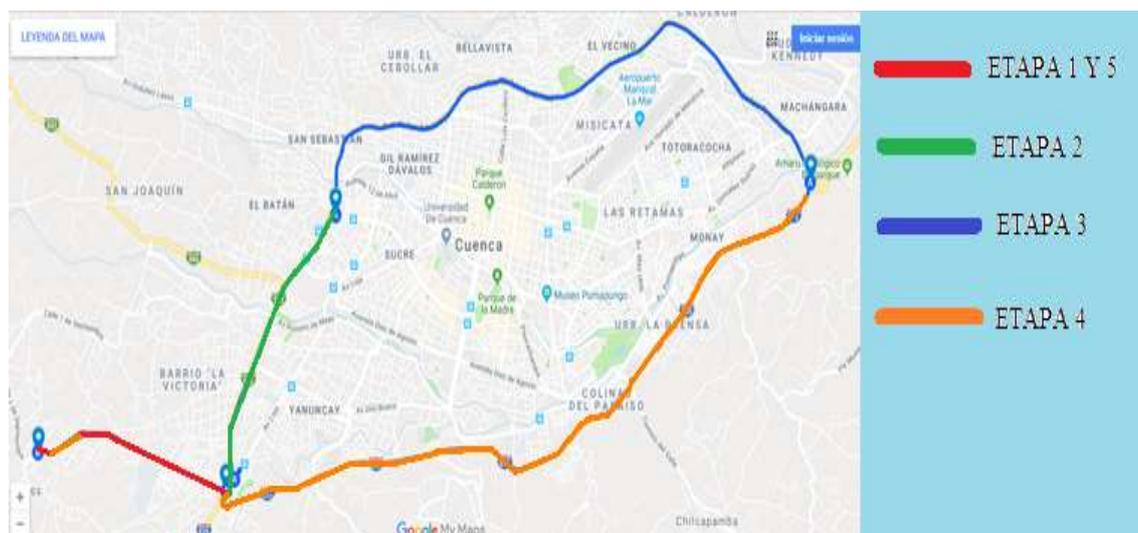


Figura 3. Ruta #2. Fuente: Los Autores

## **2.2 DESARROLLO DE LA BASE DE DATOS**

En este punto se detalla el procedimiento que se utiliza para la adquisición de datos, así como la metodología, materiales, equipos utilizados y softwares requeridos.

### **2.2.1 MARCO METODOLÓGICO**

En este punto se analiza los métodos optados para la investigación, así como cada proceso realizado y herramientas utilizadas para alcanzar los objetivos planteados para esta investigación. Además se describe las técnicas de procesamiento y análisis de datos obtenidos.

### **2.2.2 PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

La creación del software de diagnóstico se realiza por dos métodos:

El método experimental el cual tiene un proceso lógico, la cual sigue una respectiva secuencia de muestreo. A través de este proceso se crea el software de recepción de señales y se plantea una secuencia para cada experimento, se varía las condiciones de manejo en diferentes niveles, donde se obtiene los valores que ayudan a determinar el tipo de conducción realizado.

El método analítico es usado para procesar las muestras obtenidas por el método experimental. Aquí se analiza cada variable que determine como afecta las respuestas de las señales al variar el método de conducción. (H. Gutiérrez, 2018).

La investigación experimental se da por medio de la formación de grupos experimentales, en donde se tiene la posibilidad de manipular la realidad del sistema a través del control de las variables. Este proceso se da para simular las posible condiciones a la que se encuentra el objeto de estudio, es decir reproducir un fenómeno o falla dentro de un ambiente específico de pruebas y modificar los elementos para observar que sucede con el fenómeno (H. Gutiérrez, 2018).

En la figura 4 se indica el proceso que se realiza para obtener las muestras de conducción en alumnos e instructores. Esta inicia con la selección del vehículo al cual se le realizan las conexiones en las señales de los sensores, una vez hecho esto se procede a conectar los equipos vehículo, DAQ-6212, y computador. Luego se realiza la toma de muestras con los estudiantes e instructores, con los valores obtenidos se procede a realizar un análisis estadístico y grafico de las muestras con o

que se obtiene el estado actual de conducción, después se implementa la guía de conducción eficiente y se repite el paso de toma de muestras finalmente se realiza el análisis entre las ANOVA con la que se valida las muestras dando como conclusión las comparativas de los métodos de conducción actual vs conducción eficiente.

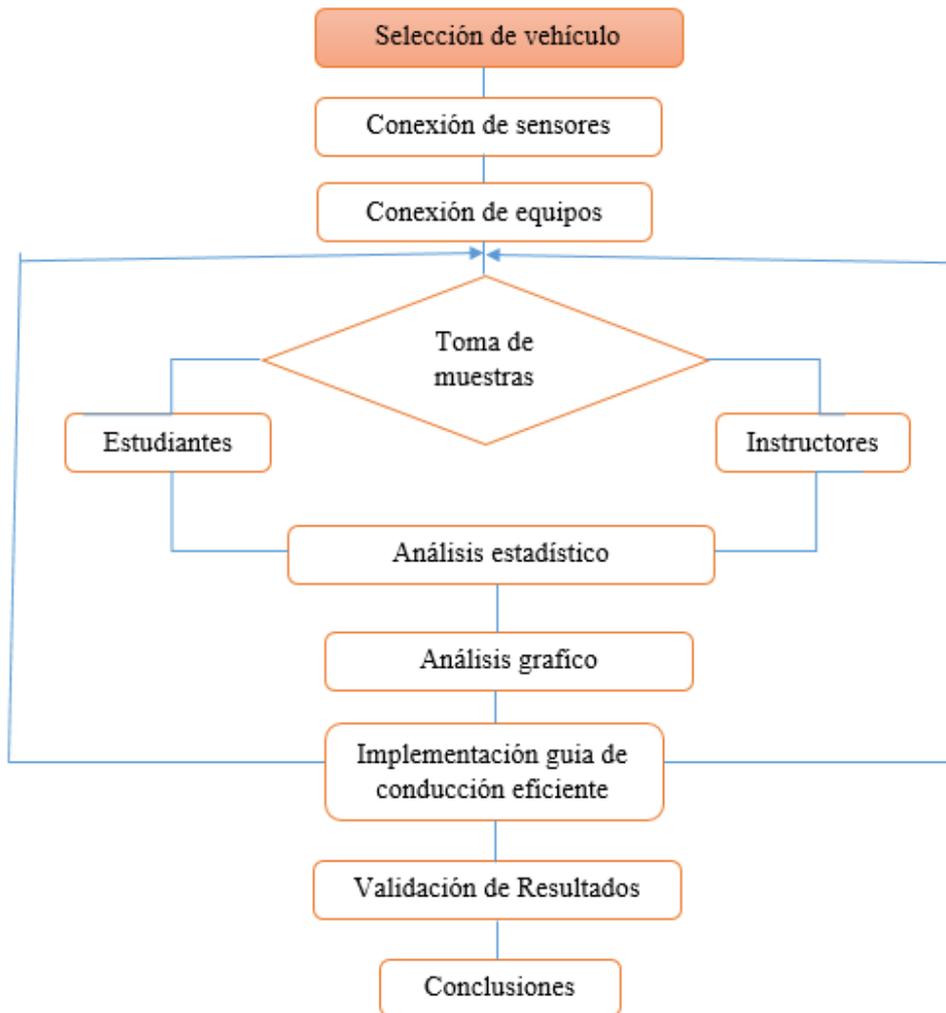


Figura 4. Flujograma para Adquisición de Datos. Fuente: Los Autores.

### 2.2.3 EQUIPO UTILIZADO PARA EL ANÁLISIS

Los materiales utilizados en la investigación experimental como son: características del vehículo utilizado, softwares utilizados para el procesamiento de las señales y además equipos externos usados como tarjeta de adquisición de datos DAQ-6212.

## 2.2.4 VEHÍCULO UTILIZADO

Como se indica en el punto 2.1 de este capítulo se tiene que la mayoría de unidades disponibles en el sindicato de choferes son vehículos Chevrolet Aveo 1.6.

En la tabla 4 se muestra los datos técnicos de dicho vehículo.

*Tabla 4. Características del Vehículo: Fuente: Chevrolet.com*

|                                      |                          |
|--------------------------------------|--------------------------|
| <b>Marca</b>                         | <b>Chevrolet</b>         |
| <b>Modelo</b>                        | Aveo                     |
| <b>Generación</b>                    | Aveo II Sedan            |
| <b>Modificación (motor)</b>          | 1.6 16V (115 Hp)         |
| <b>Numero de puertas</b>             | 4                        |
| <b>Potencia máxima</b>               | 115 CV /6000 rpm.        |
| <b>Velocidad máxima</b>              | 189 km/h                 |
| <b>Aceleración 0 - 100 km/h</b>      | 11.3 s                   |
| <b>Capacidad depósito</b>            | 46 l                     |
| <b>Año</b>                           | 2013                     |
| <b>tipo Coupe</b>                    | Sedán                    |
| <b>Número de plazas</b>              | 5                        |
| <b>Posición del motor</b>            | Frente, transversalmente |
| <b>Cilindrada -real-</b>             | 1598 cm <sup>3</sup>     |
| <b>Par máximo</b>                    | 155 Nm /4000 rpm.        |
| <b>Sistema de combustible</b>        | inyección multipunto     |
| <b>Construcción de los cilindros</b> | inline                   |
| <b>Número Cilindros</b>              | 4                        |
| <b>Combustible</b>                   | Gasolina                 |
| <b>consumo de combustible urbano</b> | 8.9 l/100 km.            |



*Figura 5. Chevrolet Aveo 1.6. Fuente: Los Autores*

En la figura 5 se muestra el vehículo Chevrolet Aveo Family 1.6 16V en el cual se realiza las evaluaciones a los estudiantes del Sindicato de Choferes de Baños.

### **2.2.5 SOFTWARE UTILIZADO (LABVIEW)**

Para la adquisición de datos se usa el software denominado Labview (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench), el cual posee un lenguaje de programación gráfico que se utiliza en el diseño de sistemas, adquisición de datos, instrumentación y control, el software Labview posee un entorno de programación gráfico, en donde los programas a realizarse no se escriben, si no que se dibujan, es decir facilita la labor al momento de programar las funciones a utilizar. (R. Contreras, Cuenca. 2015).

Las ventajas del empleo del sistema Labview se pueden expresar las siguientes:

- La programación se realiza de forma gráfica
- Se permiten modificaciones en el Hardware y Software
- El sistema no requiere de mayor experiencia ya que su programación es intuitiva
- Se pueden generar sistemas complejos
- El sistema integra funciones de adquisición, análisis y muestra de datos.
- El software permite trabajar a velocidades muy altas de procesamiento de datos.

### **2.2.6 HARDWARE UTILIZADO (DAQ-6212)**

El Hardware que se utiliza en el presente proyecto es la tarjeta de adquisición de datos DAQ-6212, este hardware es uno de los sistemas basados en bus USB son los que se encuentran actualmente en una creciente demanda debido al aumento de prototipos hardware de índole plug&play con fines de adquisición de datos.

Para cumplir con las expectativas de muestreo de los sensores en la tabla 5 se muestra las prestaciones de la tarjeta de datos DAQ-6212.

Tabla 5. Características DAQ-6212. Fuente: Los Autores

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Comunicación</b>       | <b>USB 2.0 de alta velocidad</b>                              |
| <b>Rango de voltaje</b>   | -10 a +10 [V]   |
| <b>Resolución</b>         | 16 bits   |
| <b>Rate</b>               | 400 KS/s envío de datos mediante buffer directo a memoria RAM |
| <b>Canales analógicos</b> | 16 canales  |
| <b>Canales digitales</b>  | 16 canales  |



Figura 6. Tarjeta DAQ-6212. Fuente: National Instruments.com

En la figura 6 se muestra el aspecto físico de la tarjeta DAQ-6212.

Las entradas digitales que posee la tarjeta permiten hacer directamente el reconocimiento de velocidades y pulsos para el sensor CKP, CMP y VSS.

### 2.2.7 FACTORES DE ENTRADA PARA EL ANÁLISIS

Una prueba o serie de pruebas en las cuales se introducen cambios aleatorios en las variables de entrada que forman el proceso, para que sea posible observar e identificar los cambios en las variables de salida como se muestra en la figura 7.

Al aplicar los distintos tratamientos, o combinaciones de niveles cuando hay presentes más de un factor, a distintas unidades experimentales y se observa el valor de la variable de respuesta. (Diseño de Experimentos, H. Gutiérrez, 2018).

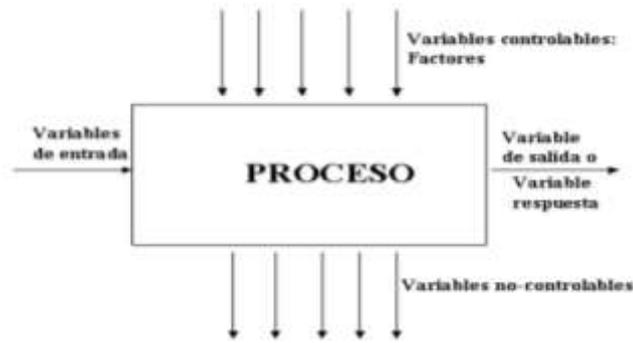


Figura 7. Factores y Variables de entrada. Fuente: H. Gutiérrez, 2018.

Los factores que controlan un óptimo funcionamiento en motores de combustión interna son: régimen de giro, inyección de combustible y correcto encendido. Los factores que influyen para una óptima conducción son: Temperatura, clima, tipo de calzada, relieve de la ruta. Entre estos hay factores controlables y no controlables los cuales se describen a continuación:

- **Variables de Entrada:** Se tiene como variables a la forma de conducción de los diferentes alumnos del Sindicato de Choferes Profesionales de Baños.
- **Variables o Factores Controlables:** Aquí se tiene que las variables son los diferentes sensores que componen el sistema de inyección del vehículo, el cual consta de 7 sensores fundamentales.
- **Variables no Controlables:** Estas variables están compuestas por los diferentes cambios de temperatura en el clima de la ciudad de cuenca, el tipo de calzada también es un factor no controlable en el análisis.
- **Variables de Respuesta:** estas variaciones se deben al diferente tipo de manejo que efectuó cada conductor en la ruta señalada.

Los diferentes factores controlables corresponden a la señal de entrada de los sensores que componen el sistema de inyección del vehículo. Con la recepción de estas señales se determina los valores que corresponden a un manejo normal y eficiente, para luego ser analizadas cuando se varía el tipo de conducción o en este caso se cambia el conductor, dichos sensores se detallan a continuación.

## 2.3 SENSORES DEL VEHÍCULO

Los vehículos en la actualidad cuentan con numerosos sensores, cuya función es hacer más sencilla y cómoda la conducción, mejorando y optimizando las tareas relacionadas con el consumo de combustible, las emisiones de gases contaminantes, la eficiencia del motor y la seguridad o confort de los pasajeros.

La función principal de un sensor es utilizar una información física o química (como los grados de temperatura, la cantidad de gases de escape, o el número de las revoluciones del motor), para filtrarla y convertirla en datos electrónicos, los cuales se envían a la unidad de control, aquí los datos eléctricos recibidos son medidos además por su frecuencia, intensidad y duración, de manera que la información y datos extraídos sean lo más exactos posibles (A. Cogollo, Quito, 2010).

### 2.3.1 SENSOR TPS

TPS por sus siglas en inglés (Throttle Position Sensor) Sensor de Posición del Acelerador. La señal de salida es de 0,3v cuando la válvula de mariposa está cerrada, es decir al 0% y 4,8v cuando la válvula está totalmente abierta o al 100%. En la tabla 6 se muestran las especificaciones generales para el sensor TPS.

*Tabla 6. Especificaciones sensor TPS. Fuente: UPS*

| Tipo                    | Señal de Salida | Señal Ralentí | Señal Carga Parcial   | Señal Plena Carga     |
|-------------------------|-----------------|---------------|-----------------------|-----------------------|
| Potenciómetro Analógico | 0 – 5 V         | $V \leq 0.5$  | $0.5 \leq V \leq 3.5$ | $3.5 \leq V \leq 4.8$ |

En la figura 8 se muestra la curva característica del sensor TPS, esta curva va de acuerdo al porcentaje de apertura de la mariposa de aceleración con el voltaje obtenido en el sensor.

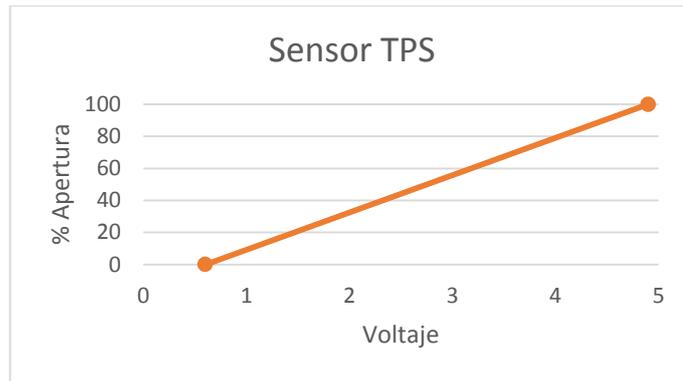


Figura 8. Curva TPS. Fuente: UPS

$$y = 23x - 13 \quad R^2 = 1 \quad (\text{Ecuación 1}).$$

En la figura 9 se muestra la ubicación física del sensor el cual se encuentra ubicado en el cuerpo de aceleración de este motor.

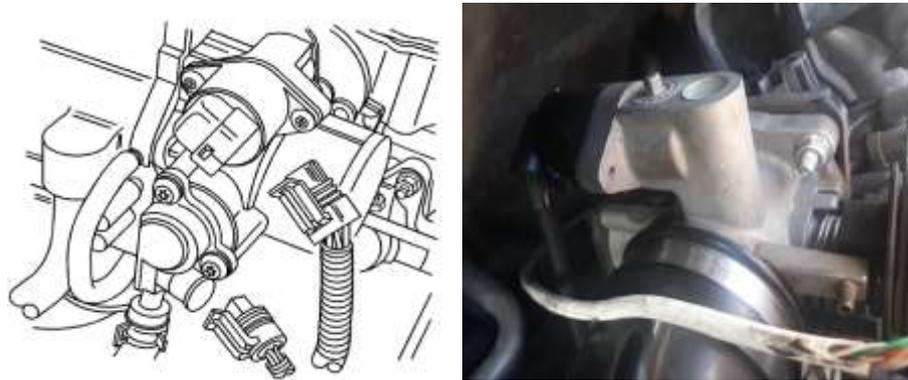


Figura 9. Ubicación TPS. Fuente: Manual Aveo 1.6

En la figura 10 se indica la forma del conector del sensor TPS, además se indica el número de pines junto con su designación

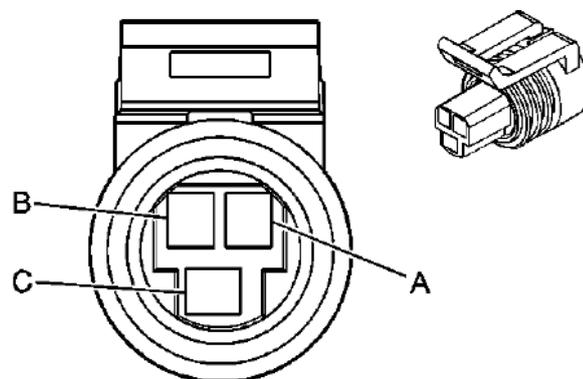


Figura 10. Conector TPS. Fuente: Manual Aveo 1.6

De acuerdo a la información de la tabla 7 se conecta el cable del conector C, el cual entrega la señal de salida del sensor el cual varía según el porcentaje de apertura de la mariposa de aceleración.

*Tabla 7. Pines del conector TPS. Fuente: Manual Aveo 1.6*

| Información de la parte del conector |                 |                    |   |
|--------------------------------------|-----------------|--------------------|---|
| Terminal                             | Color del cable | Número de circuito | Función   |
| A                                    | PU              | 427                | Referencia de 5-voltios                           |
| B                                    | D-BU            | 426                | Baja referencia                                   |
| C                                    | WH              | 425                | Señal del sensor de posición del acelerador (TPS) |

### 2.3.2 SENSOR MAP

MAPS por sus siglas en ingles (Manifold Absolute Pressure) Sensor de Presión Absoluta del Colector de Admisión. Cuando el motor está en reposo el sensor entrega un voltaje de 3.8v lo que da 83 Kpa que es la presión en la ciudad de Cuenca, con el motor a plena carga este entrega un valor de 0.2 lo que da 15 Kpa. En la tabla 8 se muestran los valores generales de funcionamiento del sensor MAP.

*Tabla 8. Especificaciones sensor MAP. Fuente: UPS*

| Tipo            | Señal de Salida   | Ralentí                      | Ralentí off                  |
|-----------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piezo-resistivo | 0 – 5 V Analógico | $V_{OUT} \leq 1.0 \text{ V}$ | $V_{OUT} \geq 1.1 \text{ V}$ |

En la figura 11 se muestra la señal que se obtiene de este sensor, esta señal varía de acuerdo a los cambios de presión que se dan en el múltiple de admisión, dicha presión varía de acuerdo al ángulo de apertura del sensor TPS por lo cual su señal es parecida a la de este sensor.

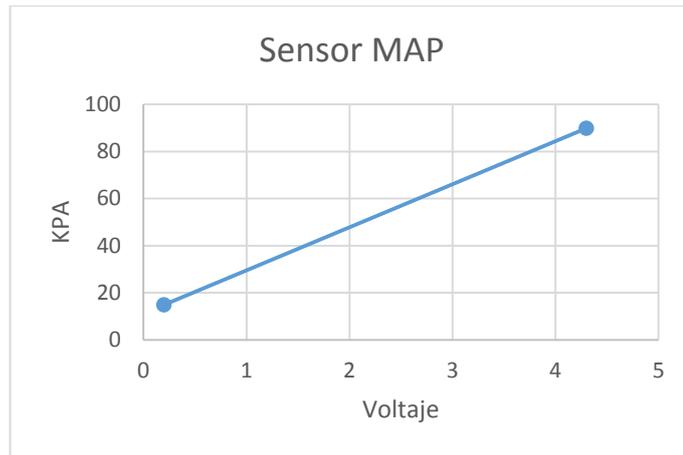


Figura 11. Señal sensor MAP. Fuente: UPS

$$y = 18.289x + 11.197 \quad R^2 = 0.95 \quad (\text{Ecuación 2}).$$

En la figura 12 se muestra la ubicación del sensor MAP, tanto como indica el manual así como está ubicado realmente, en la figura 13, se tiene la forma del conector y sus pines de entrada

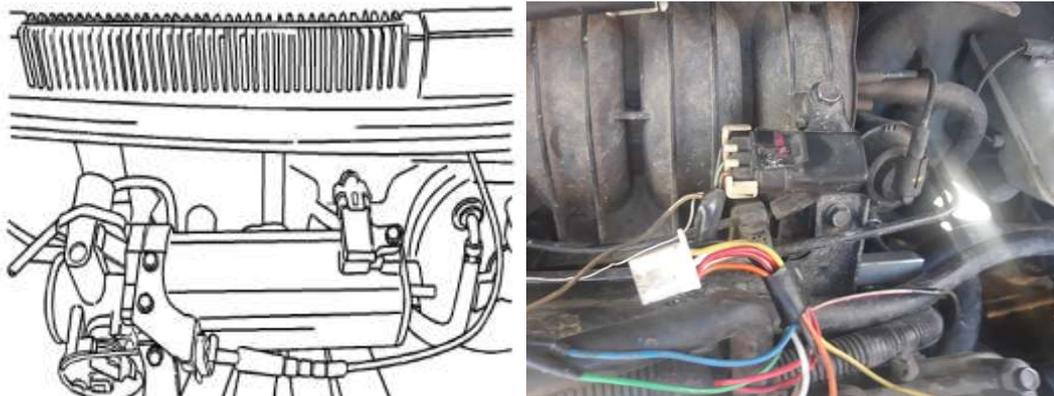


Figura 12. Ubicación sensor MAP. Fuente: Manual Aveo 1.6

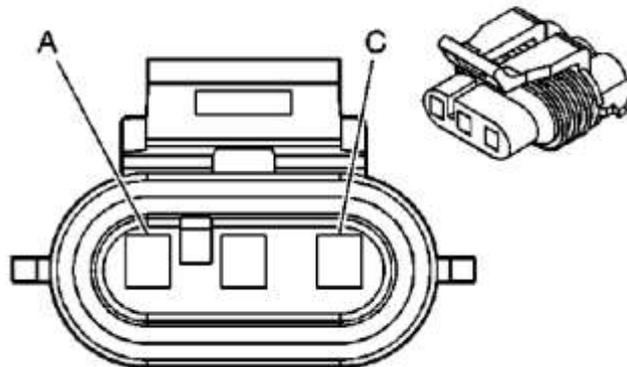


Figura 13. Conector del sensor MAP. Fuente: Manual Aveo 1.6

En la tabla 9 se detalla cada pin del conector de sensor MAP así como los valores característicos que se tiene en cada pin, del mismo modo se toma la señal del pin B para la posterior recepción de señales.

*Tabla 9. Pines del sensor MAP. Fuente: Manual Aveo 1.6*

| Información de la parte del conector |                 |                    |   |
|--------------------------------------|-----------------|--------------------|---|
| Terminal                             | Color del cable | Número de circuito | Función   |
| A                                    | WH              | 433                | Baja referencia   |
| B                                    | L-BU            | 432                | Señal del sensor de presión absoluta del distribuidor (MAP) |
| C                                    | YE/BK           | 469                | Referencia de 5-voltios                                     |

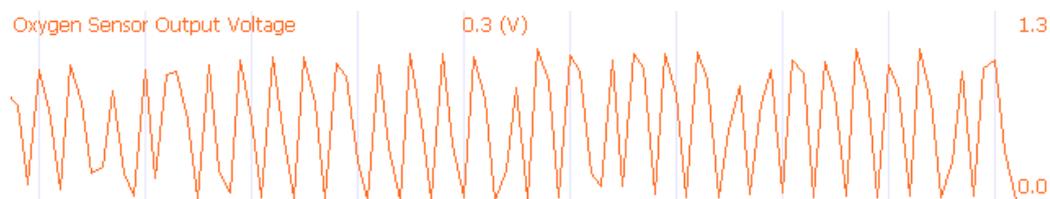
### 2.3.3 SENSOR O2

Sensor de oxígeno. Este sensor de oxígeno está localizado antes del convertidor catalítico. El Sensor de O2 emite un valor entre 0 y 1v basado en el nivel de concentración del oxígeno. En la tabla 10 se muestra las características generales del sensor O2.

*Tabla 10. Especificaciones sensor O2. Fuente: UPS*

| Tipo               | Señal de Salida   | Condición Lean                | Condición Rich                |
|--------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Dióxido de Titanio | 0 – 1 V Analógico | $V_{out} \leq 0.45 \text{ V}$ | $V_{out} \geq 0.45 \text{ V}$ |

En la figura 14 se muestra la variación de onda del sensor, en esta señal se observa el corte de combustible (cut-off) que realiza la PCM según el tipo de manejo.



*Figura 14. Señal del sensor O2. Fuente: UPS*

En la figura 15 se observa la ubicación del sensor de oxígeno en este vehículo.

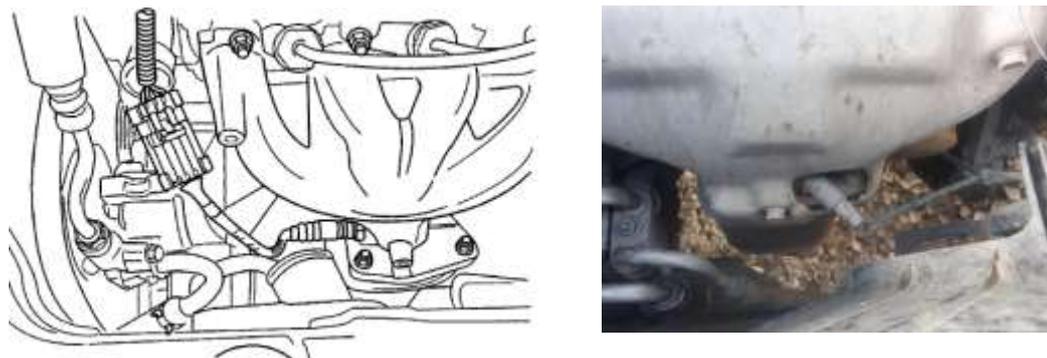


Figura 15. Ubicación del sensor O2. Fuente: Manual Aveo 1.6

En el caso del sensor de oxígeno este puede tener 1, 2,3 o 4 cables de conexión, en este motor se tiene 2 cables de conexión, el cual uno es la señal que va a la PCM y el otro tiene referencia baja. Esto se muestra en la figura 16 y en la tabla 11.

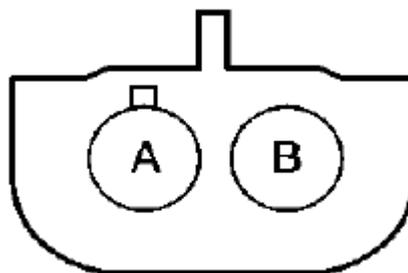


Figura 16. Conector del sensor O2. Fuente: Manual Aveo 1.6

De acuerdo a la tabla 11 se toma la señal del terminal A.

Tabla 11. Pines del sensor O2. Fuente: Manual Aveo 1.6

| Información de la parte del conector |                 |                    |  |
|--------------------------------------|-----------------|--------------------|--|
| Terminal                             | Color del cable | Número de circuito | Función                                    |
| A                                    | WH              | 428                | Señal del sensor de oxígeno (O2)           |
| B                                    | D-BU/BK         | 429                | Referencia baja del sensor de oxígeno (O2) |

#### 2.3.4 SENSOR CMP

CMP por sus siglas en inglés (Camshaft Position Sensor) Sensor de posición del Árbol de Levas. En el árbol de levas se dispone de un nodo metálico magnético que es captado por el CMP mediante el efecto HALL. En la tabla 12 se muestran las especificaciones generales del sensor CMP.

Tabla 12. Especificaciones del sensor CMP. Fuente: UPS

| Tipo        | Señal de Salida | Calibración gap | Air | Condición LOW                | Condición High               |
|-------------|-----------------|-----------------|-----|------------------------------|------------------------------|
| Efecto Hall | 0 – 5 V Digital | 1.25 mm         |     | $V_{OUT} \leq 2.0 \text{ V}$ | $V_{OUT} \geq 3.8 \text{ V}$ |

En la figura 17 se tiene la onda que emite este sensor, con esta señal se determina el número de revoluciones del motor, con este dato se determina el método de manejo que utiliza el conductor.



Figura 17. Señal del sensor CMP. Fuente: UPS

En la figura 18 se muestra se muestra la ubicación del sensor, el cual se ubica en la parte superior del tapa válvulas.

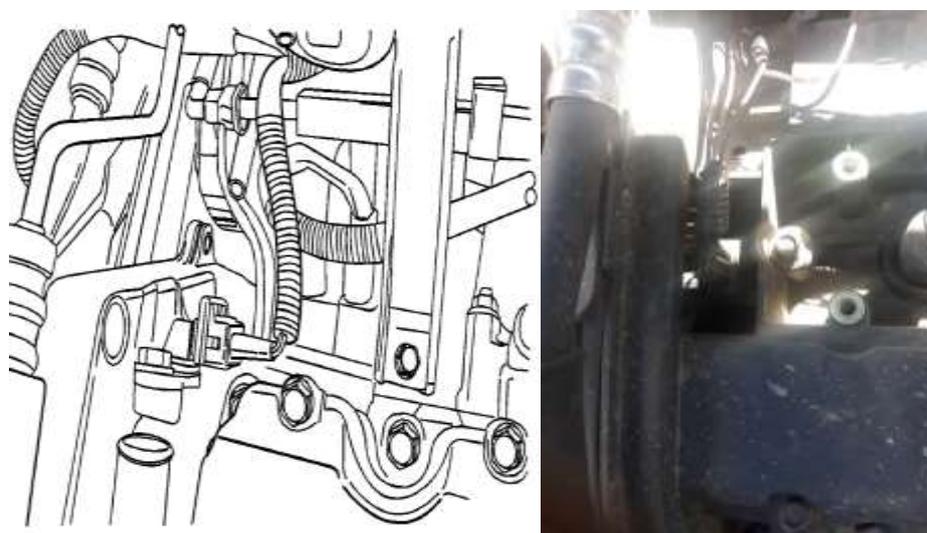


Figura 18. Ubicación del sensor CMP. Fuente: Manual Aveo 1.6

El sensor CMP posee 3 terminales de conexión los cuales se indican en la figura 19. Además los terminales de conexión se detallan en la tabla 13.

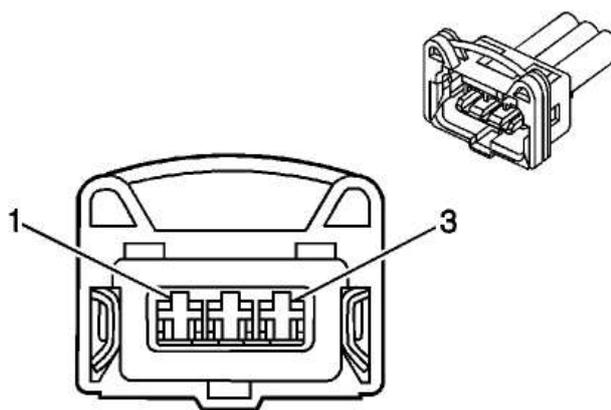


Figura 19. Conector del sensor CMP. Fuente: Manual Aveo 1.6

De acuerdo a la tabla 13, se toma la señal del terminal 1, el cual entrega la variación de onda de acuerdo al giro del motor.

Tabla 13. Pines del sensor CMP. Fuente: Manual Aveo 1.6

| Información de la parte del conector |                 |                    |
|--------------------------------------|-----------------|--------------------|
| Ensamble de la caja del temporizado  |                 |                    |
| Terminal                             | Color del cable | Número de circuito |
| 1                                    | L-BU/BK         | 1748               |
| 2                                    | L-BU            | 52                 |
| 3                                    | BN              | 1733               |

### 2.3.5 SENSOR VSS

VSS por sus siglas en ingles (Vehicule Speed Sensor) Sensor de Velocidad del Vehículo. El sensor de velocidad del transmite una onda de 4 impulsos señal generada por cada rotación del eje del rotor al PCM. En la tabla 14 se indica las características generales del sensor VSS.

Tabla 14. Especificaciones del sensor VSS. Fuente: UPS

| Tipo                | Señal Salida | de % Duty | Condición Low        | Condición High       |
|---------------------|--------------|-----------|----------------------|----------------------|
| Efecto Hall Digital | 0 – 5 V      | 50 ± 10 % | $V_{OUT} \leq 1.5$ V | $V_{OUT} \geq 3.5$ V |

Con la señal del sensor VSS se determina la velocidad que tiene el vehículo, en una conducción eficiente esta señal debe ser progresiva. En la figura 20 se muestra la onda que entrega el sensor VSS.

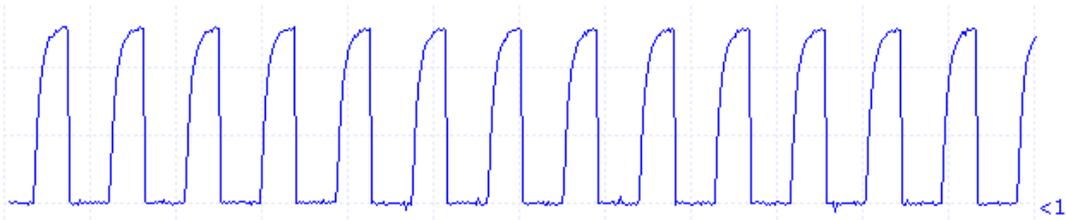


Figura 20. Señal del sensor VSS. Fuente: UPS

En la figura 21 se indica la localización del sensor VSS, el cual va montado en la caja de cambios.

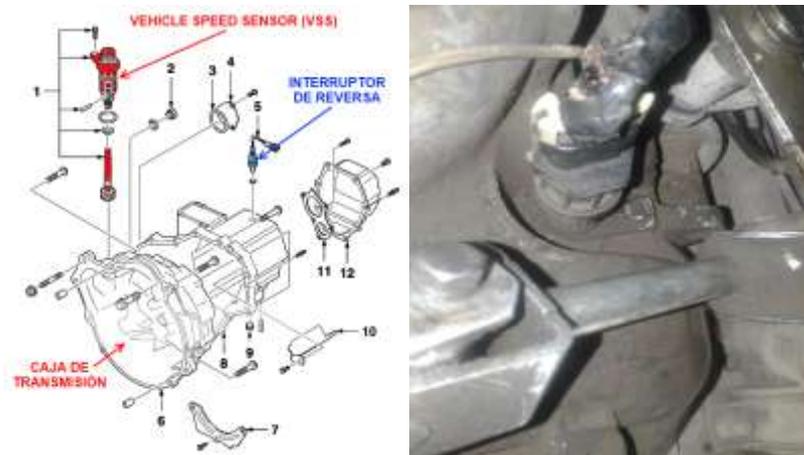


Figura 21. Ubicación del sensor VSS. Fuente: Manual Aveo 1.6

El conector del sensor VSS posee 3 pines de conexión los cuales se muestran en la figura 22 y la designación de los pines se indica en la tabla 15.

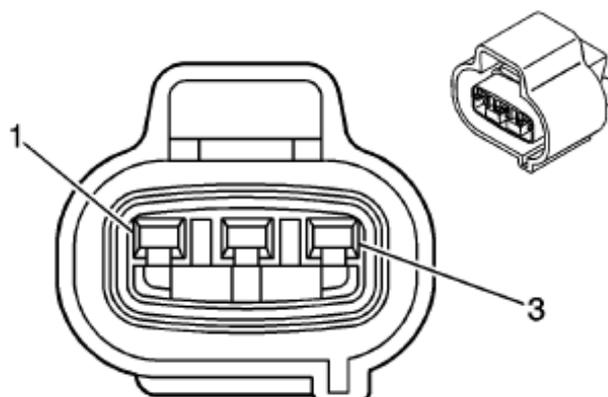


Figura 22. Conector del sensor VSS. Fuente: Manual Aveo 1.6

De acuerdo a los datos del fabricante que indican la tabla 15 se toma la señal del pin 3 para la posterior recepción de señales.

Tabla 15. Pines del sensor VSS. Fuente: Manual Aveo 1.6

| Información de la parte del conector |                 |                    |                                    |
|--------------------------------------|-----------------|--------------------|------------------------------------|
| Terminal                             | Color del cable | Número de circuito | Función                            |
| 1                                    | PK              | 839                | Voltaje de la ignición 1           |
| 2                                    | BK/WH           | 51                 | Tierra                             |
| 3                                    | D-GN/WH         | 817                | Señal de la velocidad del vehículo |

### 2.3.6 SENSOR ECT

ECT por sus siglas en inglés (Engine Coolant Temperature Sensor) Sensor de Temperatura del Refrigerante del Motor. Este sensor emite un voltaje de 3.2v aproximadamente cuando el vehículo esta frio (15 oC) y 2v cuando el motor alcanza los 90 °C. Las características generales del sensor ECT se muestran en la tabla 16.

Tabla 16. Especificaciones del sensor ECT. Fuente: UPS

| Tipo | Señal de Salida   | Condición Fan ON            | Condición OFF               |
|------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| NTC  | 0 – 5 V Analógico | $T \geq 95^{\circ}\text{C}$ | $T \leq 90^{\circ}\text{C}$ |

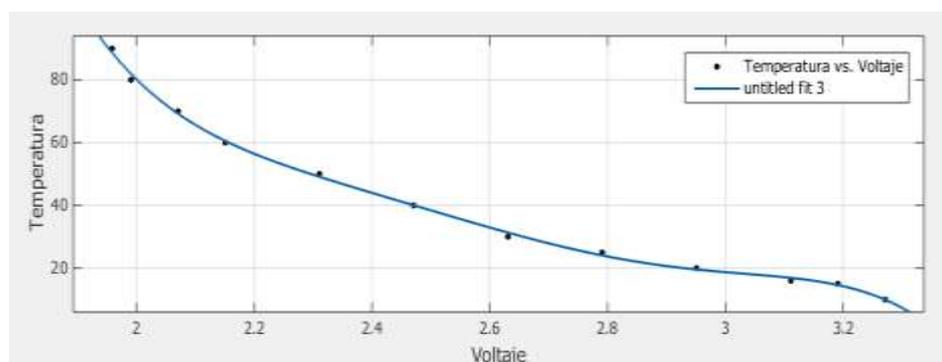


Figura 23. Curva característica del sensor ECT. Fuente: UPS

En la figura 23 se muestra la curva característica del sensor ECT, este sensor varía su resistencia de acuerdo a la temperatura del refrigerante en el sistema de refrigeración.

$$y = -62.468x + 214.35 \quad R^2 = 0.89 \quad (\text{Ecuación 3}).$$

En la figura 24 se observa la ubicación del sensor, el cual se ubica en el cabezote por debajo del múltiple de admisión.

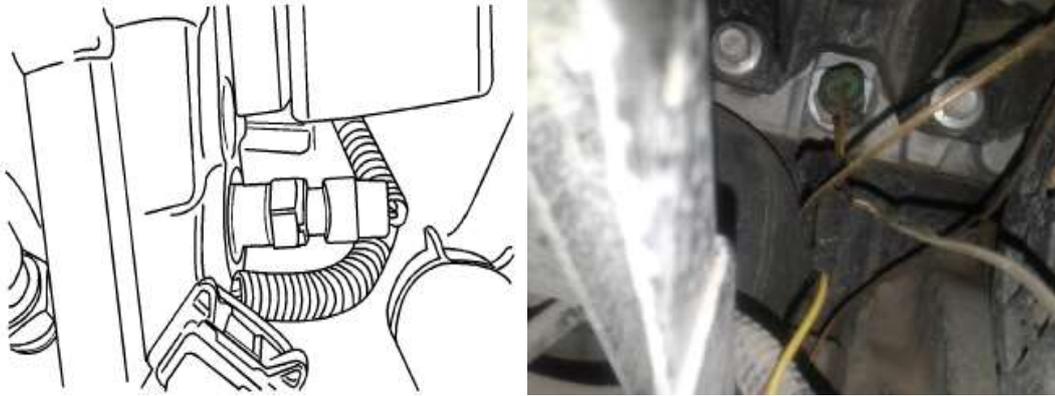


Figura 24. Ubicación del sensor ECT. Fuente: Manual Aveo 1.6

El sensor ECT posee un conector con 2 pines de conexión el cual uno es la señal y el otro una señal de referencia baja como se observa en la figura 25.

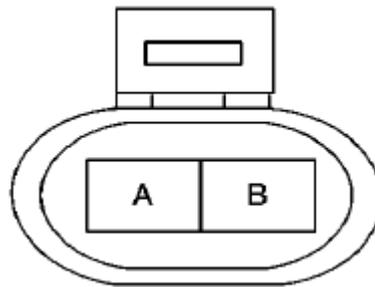


Figura 25. Conector del sensor ECT. Fuente: Manual Aveo 1.6

Como se muestra en la tabla 17, para este sensor se toma la señal del pin A.

Tabla 17. Pines del sensor ECT. Fuente: Manual Aveo 1.6

| Información de la parte del conector |                 |                     |    |  |
|--------------------------------------|-----------------|---------------------|----|--|
| Terminal                             | Color del cable | Número del circuito | de | Función  |
| A                                    | L-GN            | 410                 |    | Señal del sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT) |
| B                                    | GN              | 808                 |    | Baja referencia  |

### 2.3.7 SENSOR IAT

IAT por sus siglas en ingles (Intake Air Temperature Sensor) Sensor de Temperatura del Aire de Admisión Este sensor emite un voltaje de 3.5v aproximadamente cuando el vehículo esta frio (15 °C), aquí mide la temperatura ambiente y 2.2v cuando el

habitáculo del motor está en 40°C aproximadamente. En la tabla 18 se indica las características generales del sensor IAT.

Tabla 18. Especificaciones del sensor IAT. Fuente: UPS

| Tipo | Señal de Salida   |
|------|-------------------|
| NTC  | 0 – 5 V Analógico |

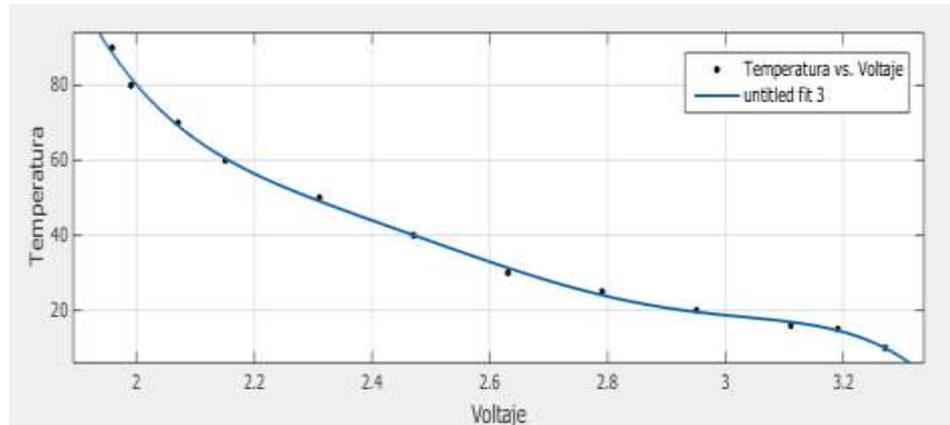


Figura 26. Curva característica del sensor IAT. Fuente: UPS

En la figura 26 se muestra la curva característica del sensor esta señal varía de acuerdo a los cambios de temperatura en el aire de admisión, es decir al variar la temperatura varía el voltaje de la señal de este sensor.

$$y = -23.687x + 98.606 \quad R^2=0.89 \quad (\text{Ecuación 4}).$$

El sensor IAT de este vehículo se encuentra ubicado en la toma del depurador hacia el múltiple de admisión como se muestra en la figura 27.

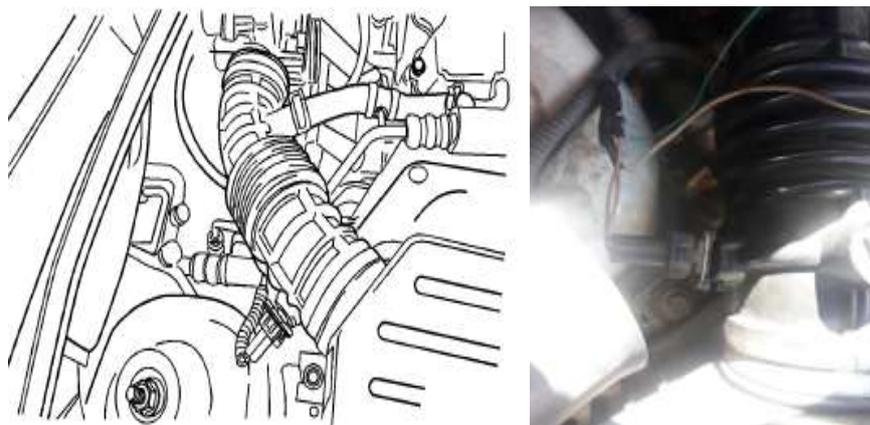


Figura 27. Ubicación del sensor IAT. Fuente: Manual Aveo 1.6

El sensor IAT también posee un conector de 2 pines los cuales se muestran en la figura 28 y sus especificaciones en la tabla 19.

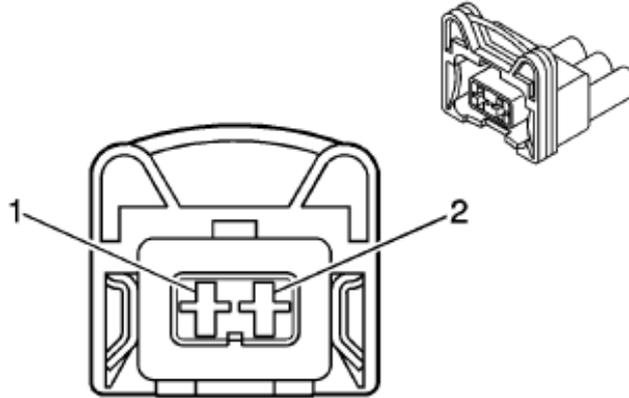


Figura 28. Conector del sensor IAT. Fuente: Manual Aveo 1.6

De acuerdo a la tabla 19 se toma la señal del sensor IAT del terminal #1.

Tabla 19. Pines del sensor IAT. Fuente: Manual Aveo 1.6

| Información de la parte del conector |             |       |           |  |
|--------------------------------------|-------------|-------|-----------|--|
| Terminal                             | Color cable | del   | Número de | de Función   |
|                                      |             | cable | circuito  |  |
| 1                                    | L-BU        |       | 468       | Señal del sensor de temperatura del aire de admisión (IAT) |
| 2                                    | D-GN        |       | 808       | Baja referencia  |

## 2.4 DESARROLLO DEL SOFTWARE

El entorno de trabajo de Labview posee dos ventanas de trabajo; la primera es el panel frontal en la que se puede visualizar el comportamiento de las señales o ingresar datos requeridos, la segunda ventana es la del diagrama de bloques en la que se realiza la programación de forma gráfica.

En la figura 29 se muestra la programación en el diagrama de bloques para la adquisición de datos, el programa creado lee los voltajes receptados por la tarjeta DAQ-6212, las señales son separadas y convertidas en datos numéricos, las señales de los sensores CMP y VSS pasan por un filtro que convierte los pulsos en voltajes continuos. Los datos son mostrados en un gráfico de forma de y finalmente las señales son exportadas a una hoja de cálculo en Excel.

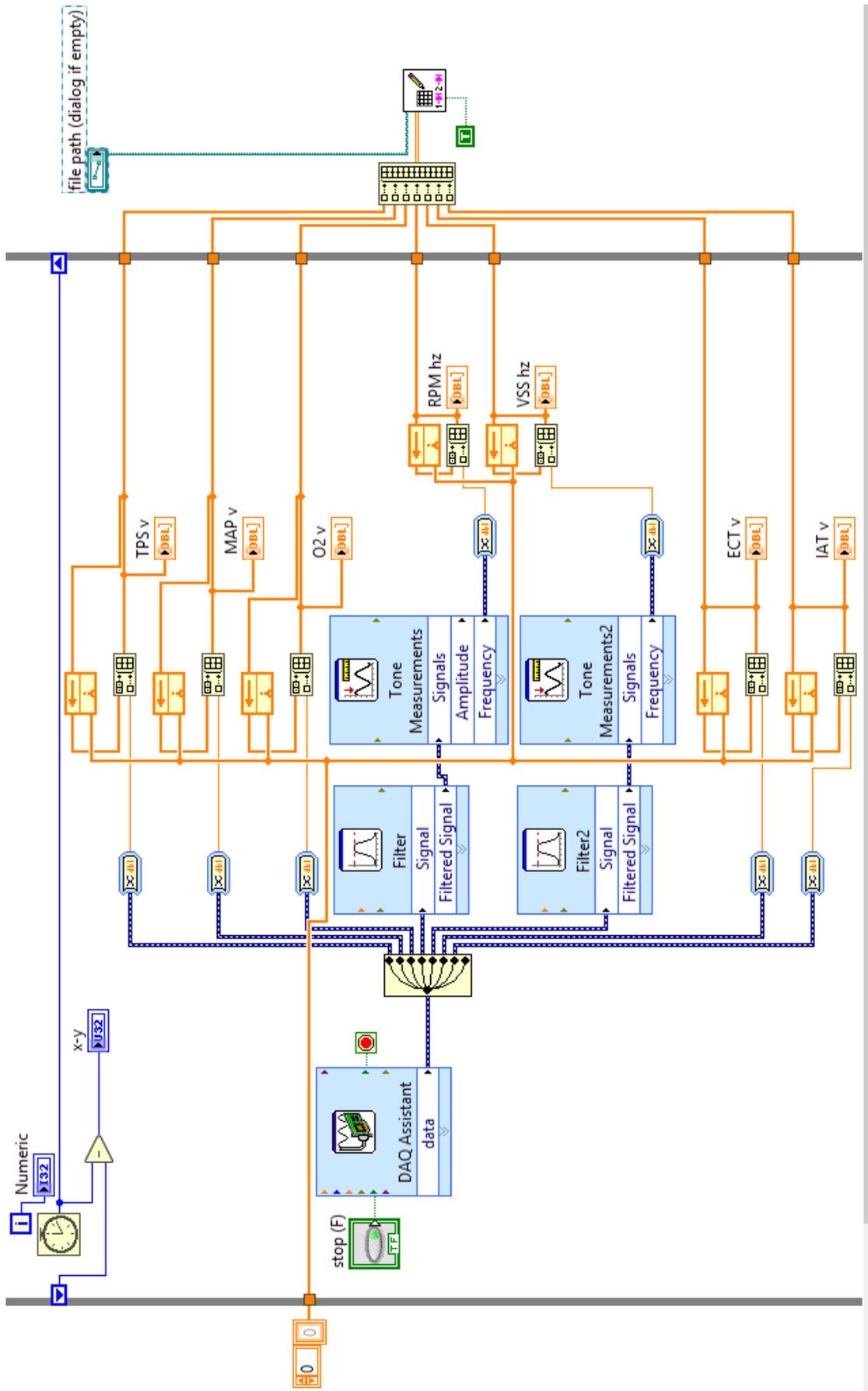


Figura 29. Diagrama de bloques Labview. Fuente: Los Autores

En la figura 30 se muestra el panel frontal donde se tiene de manera visual las señales que emite cada sensor, además tiene un cuadro de dialogo el cual permite elegir la ubicación del archivo Excel que se exporte.

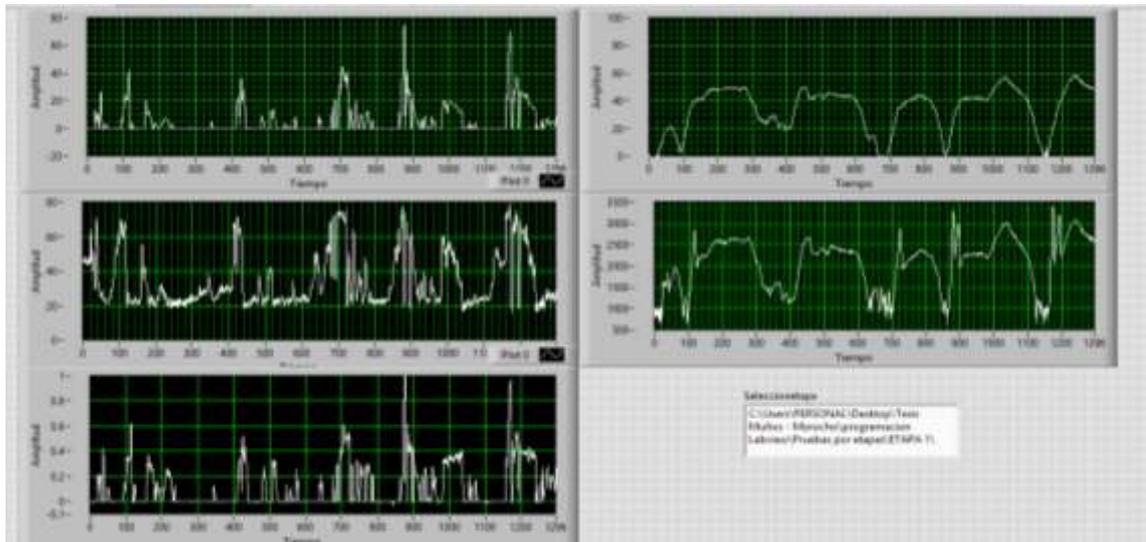


Figura 30. Panel Frontal Labview. Fuente: Los Autores

## 2.5 PROCEDIMIENTO PARA CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Para medir el consumo de combustible en cada ruta realizada se procede a realizar los siguientes pasos:

- En un depósito transparente y con medición de contenido se instala una bomba de combustible eléctrica.
- Se coloca en el interior 1 galón de gasolina extra (87 octanos), ya que es la más utilizada a nivel nacional.
- Se conecta el depósito de combustible externo como se muestra en la figura 30, el cual sirve para medir el consumo de combustible en cada trayecto.



Figura 31. Depósito de combustible. Fuente: Los Autores

- Se tiene que encender el motor hasta que alcance su temperatura normal de funcionamiento (85 ~ 90 °C) el cual se monitorea a través del indicador en el tablero del vehículo, este proceso puede tardar de 3 a 5 minutos.
- Se realiza el recorrido de la ruta y se registra el consumo del mismo al final de cada trayecto como se muestra en la tabla 20.

Tabla 20. Registro de Consumo. Fuente: Los Autores.

| PRUEBAS RUTA 1 |                             |
|----------------|-----------------------------|
| # PRUEBA       | Consumo de combustible (ml) |
| 1              | 2200                        |
| 2              | 2430                        |
| 3              | 2350                        |
|                |                             |

## 2.6 PROCEDIMIENTO PARA ADQUISICIÓN DE DATOS

Se debe cumplir un proceso de adquisición de datos con el fin de garantizar la veracidad de los valores obtenidos, para ello se toma en cuenta los siguientes aspectos y procedimiento:

- Se identifican los sensores y sus respectivos conectores. Revisar Anexo A.
- Se procede a conectar las señales de los sensores antes descritos, como se indica en la figura 32, para ello se incorpora un socket de 8 pines.

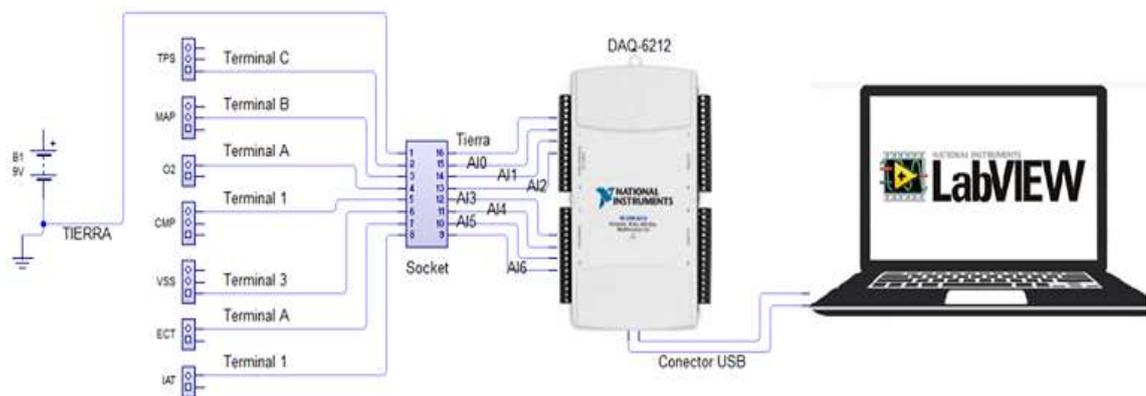


Figura 32. Diagrama Eléctrico de Conexión. Fuente: Los Autores.

- Los pines de los sensores van conectados según se indica en la tabla 21.

Tabla 21. Pines de Conexión DAQ. Fuente: Los Autores.

| PIN | SENSOR |
|-----|--------|
| AI0 | TPS    |
| AI1 | MAP    |
| AI2 | O2     |
| AI3 | CMP    |
| AI4 | VSS    |
| AI5 | ECT    |
| AI6 | IAT    |

- Se hace la conexión a la tarjeta de adquisición de datos en la cual se usan los pines de entrada analógicos, los pines que se usan son AI0 hasta AI6. Cada señal de los sensores se conecta con su respectiva tierra o señal de referencia baja.
- Se conecta la tarjeta DAQ-6212 al computador. Como se muestra en la figura 33.



Figura 33. Esquema de conexión. Fuente: Los Autores.

- Se realiza la configuración de la tarjeta DAQ-6212 en el software Labview, esta se hace a través del DAQ-Assistent, como se muestra en la figura 34.

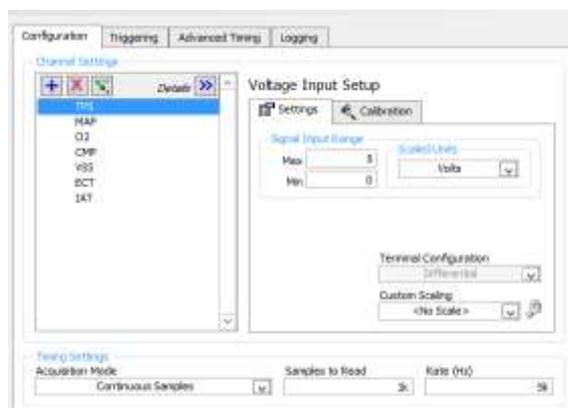


Figura 34. Configuración DAQ-Assistent. Fuente: Los Autores.

- Se realiza el recorrido a través de la ruta 2 planteada en el punto 2.2.1 para ello se lo hace la conducción con los estudiantes e instructores.
- Se termina el recorrido y las muestras se exporta a una hoja de cálculo en Excel para su posterior análisis.

Para crear la base de datos se procede a dar una nomenclatura adecuada para su posterior análisis.

La nomenclatura planteada se indica en la tabla 22:

*Tabla 22. Nomenclatura del tratamiento. Fuente: Los Autores*

| <b>SIMBOLOGÍA</b> | <b>DESCRIPCIÓN</b>             |
|-------------------|--------------------------------|
| <b>R1</b>         | Ruta 1                         |
| <b>CAI</b>        | Conducción Actual Instructores |
| <b>CAE</b>        | Conducción Actual Estudiantes  |

De acuerdo a la tabla 22, se denomina la simbología correspondiente al nivel de cada muestra obtenida. Por ejemplo: R1\_CAЕ\_1 → Dónde: R1 corresponde a la ruta 1, que es la ruta elegida para el diagnóstico de conducción. CAE corresponde al tipo de conducción Actual de los Estudiantes y 1 corresponde al número de muestra guardada.

## **2.7 MUESTRAS DE CONDUCCIÓN ACTUAL**

Una vez realizadas todas las conexiones se realiza la toma de muestras, donde se tiene en cuenta cada etapa designada a la ruta, una vez realizada la muestra el software Labview exporta las señales obtenidas a una hoja de cálculo en Excel el cual se indica en la tabla 23. Se realiza un total de 25 pruebas entre estudiantes e instructores para su posterior análisis.

*Tabla 23. Señales obtenidas de los sensores. Fuente: Los Autores*

| <b>SENSORES</b> |      |      |      |       |      |      |
|-----------------|------|------|------|-------|------|------|
| TPS             | MAP  | O2   | CMP  | VSS   | ECT  | IAT  |
| 0.51            | 1.64 | 0.85 | 7.46 | 12.23 | 1.90 | 2.54 |
| 0.51            | 1.70 | 0.89 | 8.41 | 6.74  | 1.90 | 2.54 |
| 0.52            | 1.83 | 0.85 | 8.39 | 6.74  | 1.90 | 2.54 |
| 0.52            | 1.75 | 0.86 | 7.44 | 6.74  | 1.90 | 2.54 |
| 0.52            | 1.59 | 0.86 | 6.63 | 6.74  | 1.90 | 2.54 |

|      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.51 | 1.63 | 0.85 | 6.27 | 6.74 | 1.90 | 2.54 |
| 0.51 | 1.71 | 0.85 | 6.63 | 6.74 | 1.90 | 2.54 |

En la tabla 24 se indica el número de muestras obtenidas por los instructores del Sindicato de Choferes de Baños en la ruta #2, se indica el total de muestras, así como el número de muestras obtenido en cada etapa designada, además el consumo de carburante en mililitros.

*Tabla 24. Muestras obtenidas por Instructores. Fuente: Los Autores*

| PRUEBAS RUTA 1 |       |            |            |            |            |            |                                   |
|----------------|-------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------------------|
| # PRUEBA       | TOTAL | ETAPA<br>1 | ETAPA<br>2 | ETAPA<br>3 | ETAPA<br>4 | ETAPA<br>5 | Consumo de<br>combustible<br>(ml) |
| R1_CAI_1       | 13384 | 1247       | 3042       | 4076       | 2920       | 2099       | 2612                              |
| R1_CAI_2       | 12685 | 1292       | 2672       | 3993       | 2628       | 2099       | 2476                              |
| R1_CAI_3       | 12639 | 1322       | 2635       | 4085       | 2645       | 1951       | 2467                              |
| R1_CAI_4       | 11552 | 1310       | 2695       | 3561       | 2722       | 1264       | 2254                              |
| R1_CAI_5       | 10885 | 1234       | 2119       | 3441       | 2610       | 1481       | 2124                              |
| R1_CAI_6       | 12325 | 1367       | 3031       | 3675       | 2670       | 1582       | 2405                              |
| R1_CAI_7       | 11716 | 1318       | 2829       | 3556       | 2529       | 1484       | 2286                              |
| R1_CAI_8       | 12672 | 1298       | 2675       | 4053       | 2579       | 2067       | 2473                              |
| R1_CAI_9       | 12702 | 1557       | 2765       | 3970       | 2814       | 1594       | 2479                              |
| R1_CAI_10      | 11344 | 1066       | 2590       | 3686       | 2487       | 1515       | 2214                              |
| R1_CAI_11      | 11909 | 1285       | 2713       | 3713       | 2637       | 1561       | 2324                              |
| R1_CAI_12      | 12396 | 1343       | 2721       | 3883       | 2637       | 1812       | 2419                              |
| R1_CAI_13      | 10483 | 1018       | 2544       | 2804       | 2532       | 1585       | 2046                              |
| R1_CAI_14      | 14244 | 1641       | 3438       | 3899       | 3881       | 1385       | 2800                              |
| R1_CAI_15      | 11690 | 1445       | 2765       | 3230       | 2848       | 1402       | 2500                              |
| R1_CAI_16      | 11632 | 1298       | 3032       | 3045       | 2812       | 1445       | 2450                              |
| R1_CAI_17      | 10952 | 1241       | 2460       | 3357       | 2629       | 1265       | 2500                              |

*Tabla 25. Muestras obtenidas por Estudiantes. Fuente: Los Autores*

| PRUEBAS RUTA 1 |       |            |            |            |            |            |                                   |
|----------------|-------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------------------|
| # PRUEBA       | TOTAL | ETAPA<br>1 | ETAPA<br>2 | ETAPA<br>3 | ETAPA<br>4 | ETAPA<br>5 | Consumo de<br>combustible<br>(ml) |
| R1_CAE_1       | 1527  | 3833       | 4074       | 3043       | 1329       | 13806      | 2,700                             |
| R1_CAE_2       | 1541  | 2951       | 4180       | 3045       | 1060       | 12777      | 2,536                             |
| R1_CAE_3       | 1572  | 3773       | 3978       | 3864       | 1628       | 14815      | 3,000                             |
| R1_CAE_4       | 1155  | 3204       | 4574       | 3681       | 1808       | 14422      | 2,900                             |
| R1_CAE_5       | 1788  | 3346       | 6902       | 4085       | 1727       | 17848      | 3,521                             |
| R1_CAE_6       | 1527  | 3300       | 3883       | 3722       | 1439       | 13871      | 2,823                             |
| R1_CAE_7       | 1660  | 2598       | 3964       | 3817       | 1501       | 13540      | 2,828                             |
| R1_CAE_8       | 1060  | 2037       | 3053       | 2196       | 987        | 9333       | 1,870                             |

En la tabla 25 se indica el número de muestras obtenidas por los estudiantes del Sindicato de Choferes de Baños realizado en cada recorrido, además se indica el total de muestras, así como el número de muestras obtenido en cada etapa designada y el consumo en mililitros.

## 2.8 ANÁLISIS DE MUESTRAS

En este punto se analizan 5 muestras de instructores y 5 de estudiantes en sus diferentes etapas de forma aleatoria; con estas muestras se verifican el comportamiento de las señales, al realizarse la conducción con estudiantes e instructores, en donde a las diferentes muestras se les realiza un análisis estadístico para determinar el estado de conducción actual.

Para realizar el análisis estadístico se crea un nuevo VI, este se divide en 2 secuencias que se detallan a continuación.

### 2.8.1 PRIMERA SECUENCIA

En este análisis se toma las muestras ya realizadas y se procede a crear las transformaciones características de cada sensor para ello se toman los datos de voltaje y su respectiva transformación.

Por ejemplo: Para obtener la curva característica del sensor TPS se toma el valor de voltaje en 3 niveles que son: pedal al 0%, 50% y 100%, obtenido estos valores se crea la ecuación en Matlab como se indica en la figura 35.

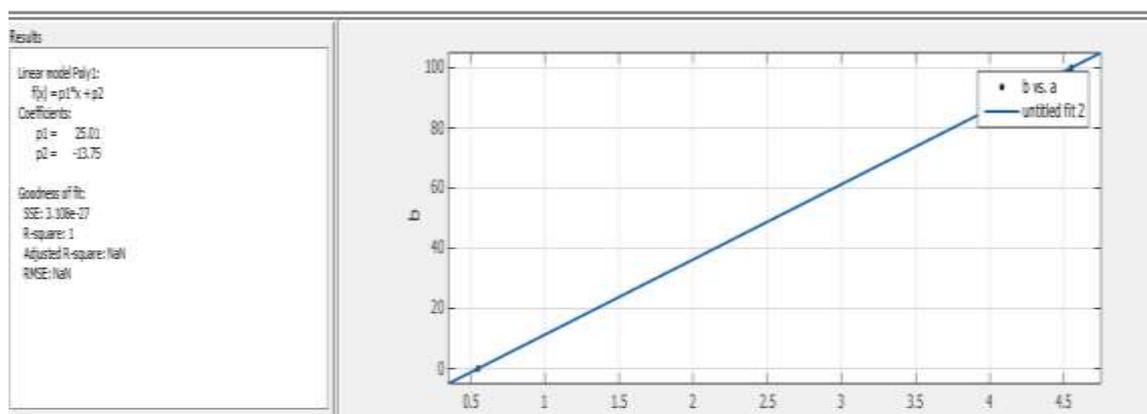


Figura 35. Curva característica TPS. Fuente: Los Autores.

Este proceso se realiza con los sensores CMP, MAP, VSS, ECT e IAT, dando como resultado las transformaciones a valores de RPM, %, Velocidad y Temperatura.

En la tabla 26, se muestra los valores obtenidos y sus ecuaciones.

*Tabla 26. Ecuaciones TPS, MAP y CMP. Fuente. Los Autores.*

|                        |             |                         |
|------------------------|-------------|-------------------------|
| TPS (%)                | TPS VOLTAJE | ECUACIÓN                |
| 0                      | 0.52        | $y = 23x - 13$          |
| 50                     | 2           |                         |
| 100                    | 4.52        |                         |
| RPM                    | CMP VOLTAJE | ECUACIÓN                |
| 0                      | 0           | $y = 122.62x - 72.828$  |
| 790                    | 10          |                         |
| 1336                   | 11.82       |                         |
| 1469                   | 12.32       |                         |
| 2152                   | 17.98       |                         |
| 3038                   | 24.46       |                         |
| 3602                   | 29.83       |                         |
| 079                    | 42,44       |                         |
| Presión múltiple (Kpa) | MAP VOLTAJE | ECUACIÓN                |
| 41                     | 1.62        | $y = 18.289x + 11.197$  |
| 7                      | 0.92        |                         |
| 73                     | 3.48        |                         |
| 15                     | 0.17        |                         |
| TEMP °C                | ECT VOLTAJE | ECUACIÓN                |
| 89                     | 2.06        | $y = -62.468x + 214.35$ |
| 90                     | 2.02        |                         |
| 91                     | 1.98        |                         |
| 93                     | 1.90        |                         |
| 94                     | 1.89        |                         |
| TEMP °C                | IAT VOLTAJE | ECUACIÓN                |
| 51.23                  | 2.00        | $y = -23.687x + 98.606$ |
| 45.31                  | 2.25        |                         |
| 41.49                  | 2.41        |                         |
| 37.02                  | 2.60        |                         |
| 34.65                  | 2.70        |                         |
| 27.54                  | 3.00        |                         |
| 20.43                  | 3.30        |                         |
| 3.85                   | 4.00        |                         |
| VELOCIDAD Km/h         | VSS VOLTAJE | ECUACIÓN                |
| 0                      | 6.74        | $y = 0.547x - 5.1494$   |
| 6                      | 10.00       |                         |
| 13                     | 34.15       |                         |
| 20                     | 52.02       |                         |
| 26                     | 64.10       |                         |
| 41                     | 90.00       |                         |
| 49                     | 114.92      |                         |



## 2.8.2 SEGUNDA SECUENCIA

Una vez obtenido las ecuaciones características de cada sensor, a las señales se les realiza un análisis estadístico, en este tratamiento se obtienen los valores de Media, Varianza, Kurtosis, Número de picos, Asimetría, Mediana, Moda, Máximo, Mínimo, Valor RMS, Promedio, desviación Estándar, Numero de Picos, Energía y Potencia. El análisis se da con todas las muestras en las diferentes 5 etapas. En la figura 37 se muestra el panel de bloques donde se realiza cada análisis estadístico.

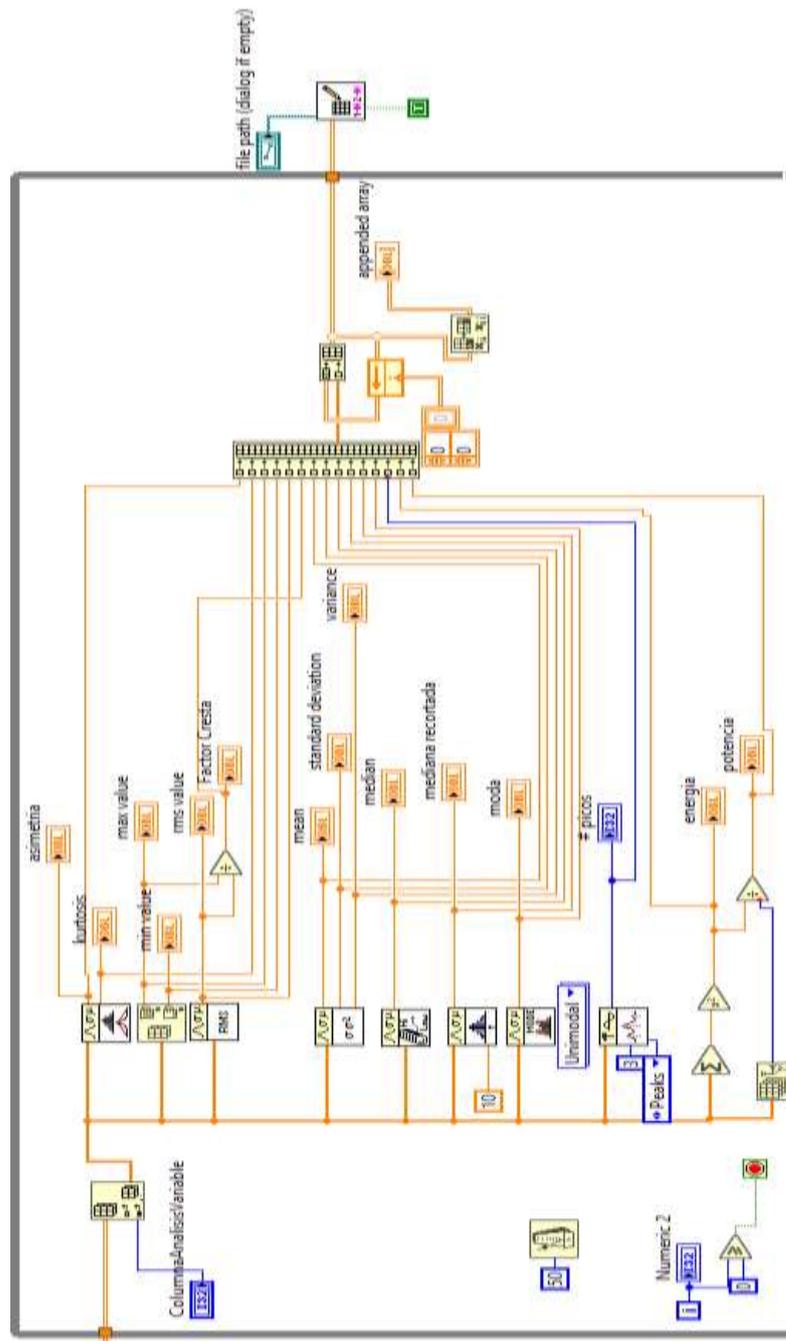


Figura 37. Diagrama de bloques del Análisis Estadístico. Fuente: Los Autores

En la figura 38 se muestra el panel frontal donde se visualiza la señal y los valores estadísticos obtenidos, se realiza el análisis de cada sensor en cada etapa realizada y los valores son exportados a una hoja de cálculo en Excel.

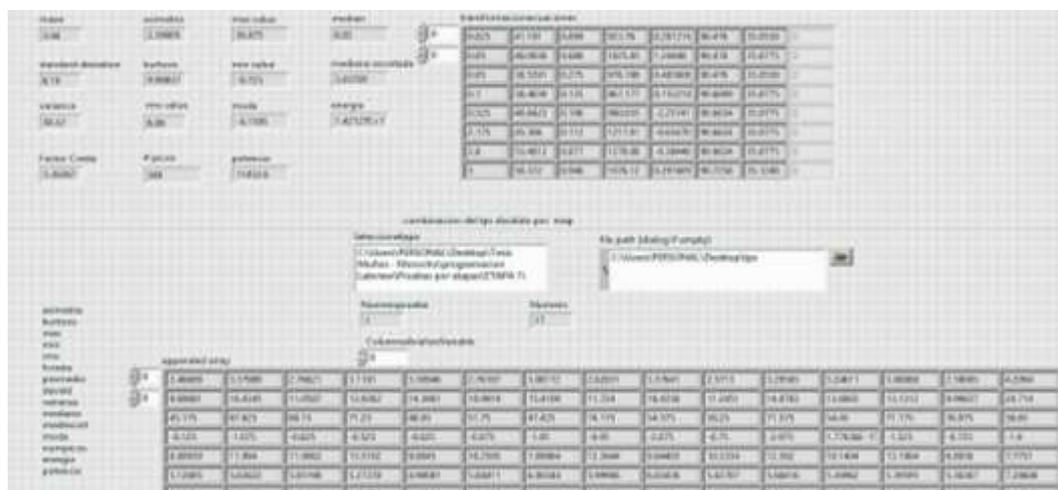


Figura 38. Panel Frontal del Análisis Estadístico. Fuente: Los Autores.

## 2.9 BASE DE DATOS

Los datos obtenidos en el análisis estadístico son agrupados por sensores y por etapas, en la tabla 27 y 28 se muestran como ejemplo los valores estadísticos obtenidos correspondiente al los sensores TPS y MAP en la primera Etapa, estos valores sirven de base para ser comparados posteriormente con los valores obtenidos de las muestras de los estudiantes del sindicato de choferes de Baños. Los valores estadísticos de los sensores CMP, VSS, IAT, ECT y O2 se muestran en el Anexo B y se guardan en la base de datos creada.

Tabla 27. Valores estadísticos TPS Etapa 1 Instructores. Fuente: Los Autores.

|                      | MUESTRA |         |         |         |        |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|--------|
|                      | 1       | 2       | 3       | 4       | 5      |
| <b>ASIMETRÍA</b>     | 2.466   | 3.38    | 2.766   | 3.118   | 3.309  |
| <b>KURTOSIS</b>      | 9.697   | 16.435  | 11.059  | 13.928  | 14.396 |
| <b>MÁXIMO</b>        | 45.175  | 67.625  | 60.15   | 71.25   | 48.05  |
| <b>MÍNIMO</b>        | -0.125  | -1.075  | -0.025  | -0.525  | -0.625 |
| <b>RMS</b>           | 8.809   | 11.994  | 11.906  | 13.51   | 9.804  |
| <b>FACTOR CRESTA</b> | 5.128   | 5.638   | 5.052   | 5.274   | 4.901  |
| <b>MEAN</b>          | 4.163   | 5.097   | 5.434   | 5.797   | 4.09   |
| <b>D. ESTÁNDAR</b>   | 7.767   | 10.861  | 10.598  | 12.208  | 8.914  |
| <b>VARIANZA</b>      | 60.327  | 117.969 | 112.313 | 149.033 | 79.467 |
| <b>MEDIANA</b>       | 0.075   | 0.075   | 0.075   | 0.1     | 0.025  |

|                     |            |           |            |            |           |
|---------------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| <b>M. RECORTADA</b> | 4.163      | 5.097     | 5.434      | 5.797      | 4.09      |
| <b>MODA</b>         | 0.102      | -0.044    | 0.276      | -0.166     | 0.105     |
| <b># PICOS</b>      | 345        | 359       | 357        | 351        | 341       |
| <b>ENERGÍA x103</b> | 26900041.6 | 43298703  | 51610215.2 | 57586091.1 | 25468423  |
| <b>POTENCIA</b>     | 21589.118  | 33538.887 | 39039.497  | 43992.43   | 20638.917 |

En la tabla 28 se muestra los valores estadísticos obtenidos correspondiente al sensor MAP en la primera Etapa, estos análisis también se hacen a los sensores O2, CMP, VSS, IAT y ECT en todas las etapas y se encuentran en el Anexo B.

*Tabla 28. Valores estadísticos MAP Etapa 1 Instructores. Fuente: Los Autores.*

|                                | <b>MUESTRA</b> |         |         |         |         |
|--------------------------------|----------------|---------|---------|---------|---------|
|                                | 1              | 2       | 3       | 4       | 5       |
| <b>ASIMETRÍA</b>               | 1.157          | 1.556   | 1.504   | 1.53    | 1.618   |
| <b>KURTOSIS</b>                | 3.598          | 4.759   | 4.454   | 4.185   | 5.028   |
| <b>MÁXIMO</b>                  | 77.001         | 76.251  | 78.007  | 76.873  | 75.977  |
| <b>MÍNIMO</b>                  | 16.062         | 16.757  | 16.848  | 16.153  | 17.525  |
| <b>RMS</b>                     | 34.294         | 35.214  | 35.455  | 35.758  | 34.086  |
| <b>FACTOR CRESTA</b>           | 2.245          | 2.165   | 2.2     | 2.15    | 2.229   |
| <b>MEAN</b>                    | 31.897         | 32.702  | 32.479  | 32.649  | 31.354  |
| <b>D. ESTÁNDAR</b>             | 12.601         | 13.066  | 14.225  | 14.588  | 13.375  |
| <b>VARIANZA</b>                | 158.786        | 170.719 | 202.362 | 212.8   | 178.904 |
| <b>MEDIANA</b>                 | 26.176         | 27.675  | 25.161  | 25.792  | 25.389  |
| <b>M. RECORTADA</b>            | 31.897         | 32.702  | 32.479  | 32.649  | 31.354  |
| <b>MODA</b>                    | 22.46          | 23.599  | 22.658  | 23.743  | 21.909  |
| <b># PICOS</b>                 | 340            | 402     | 381     | 373     | 381     |
| <b>ENERGÍA x10<sup>3</sup></b> | 1579575        | 1782409 | 1843564 | 1826519 | 1497021 |
| <b>POTENCIA</b>                | 1267716        | 1380642 | 1394526 | 1395355 | 121314  |

Una vez obtenido el análisis de muestras perteneciente a los instructores se procede a analizar las pruebas de los estudiantes, al igual que en el análisis de instructores se indican 2 tablas pertenecientes a los sensores TPS y MAP en la etapa 1, el análisis de los sensores O2, CMP, VSS, IAT y ECT se encuentran en el Anexo C y además se guardan en la base de datos. En la tabla 29 se muestra los valores estadísticos del sensor TPS en la Etapa 1 realizada por los estudiantes del Sindicato de Choferes de Baños.

Tabla 29. Valores estadísticos TPS Etapa 1 Estudiantes. Fuente: Los Autores.

|                      | MUESTRA  |          |          |          |          |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                      | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        |
| <b>ASIMETRÍA</b>     | 3.522    | 2.67     | 3.559    | 2.773    | 3.476    |
| <b>KURTOSIS</b>      | 17.338   | 9.75     | 19.5     | 11.703   | 16.788   |
| <b>MÁXIMO</b>        | 47.1     | 48.2     | 99.975   | 64.375   | 52.3     |
| <b>MÍNIMO</b>        | -1.65    | -2.15    | -1.525   | -1.325   | -1.525   |
| <b>RMS</b>           | 7.694    | 9.08     | 13.502   | 12.503   | 9.23     |
| <b>FACTOR CRESTA</b> | 6.122    | 5.309    | 7.404    | 5.149    | 5.666    |
| <b>MEAN</b>          | 3.463    | 3.513    | 6.253    | 5.632    | 4.048    |
| <b>D. ESTÁNDAR</b>   | 6.872    | 8.375    | 11.971   | 11.168   | 8.297    |
| <b>VARIANZA</b>      | 47.227   | 70.142   | 143.307  | 124.715  | 68.847   |
| <b>MEDIANA</b>       | 0.225    | 0.2      | 0.25     | 0.125    | 0.125    |
| <b>M. RECORTADA</b>  | 3.463    | 3.513    | 6.253    | 5.632    | 4.048    |
| <b>MODA</b>          | 0.056    | 0.116    | -0.002   | 0.318    | -0.179   |
| <b># PICOS</b>       | 425      | 451      | 426      | 319      | 483      |
| <b>ENERGÍA</b>       | 27967968 | 29311667 | 96621036 | 42316001 | 52394073 |
| <b>POTENCIA</b>      | 18316    | 19021    | 61464    | 36637    | 29303    |

En la tabla 30 se muestra los valores estadísticos del sensor MAP en la Etapa 1, estos valores son comparados con las muestras obtenidas con los instructores.

Tabla 30. Valores Estadísticos MAP Etapa 1 Estudiantes. Fuente: Los Autores.

|                                | MUESTRA |         |         |         |         |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       |
| <b>ASIMETRÍA</b>               | 1.172   | 0.871   | 1.089   | 1.371   | 0.827   |
| <b>KURTOSIS</b>                | 3.544   | 4.019   | 3.388   | 3.68    | 2.812   |
| <b>MÁXIMO</b>                  | 75.19   | 74.971  | 77.403  | 78.775  | 77.312  |
| <b>MÍNIMO</b>                  | 22.682  | 19.208  | 16.226  | 17.397  | 21.475  |
| <b>RMS</b>                     | 39.763  | 41.582  | 39.136  | 37.039  | 41.469  |
| <b>FACTOR CRESTA</b>           | 1.891   | 1.803   | 1.978   | 2.127   | 1.864   |
| <b>MEAN</b>                    | 37.617  | 39.892  | 35.975  | 33.854  | 39.233  |
| <b>D. ESTÁNDAR</b>             | 12.89   | 11.738  | 15.412  | 15.032  | 13.436  |
| <b>VARIANZA</b>                | 166.151 | 137.775 | 237.534 | 225.974 | 180.525 |
| <b>MEDIANA</b>                 | 33.638  | 40.606  | 32.476  | 26.541  | 34.854  |
| <b>M. RECORTADA</b>            | 37.617  | 39.892  | 35.975  | 33.854  | 39.233  |
| <b>MODA</b>                    | 24.52   | 41.792  | 22.65   | 22.614  | 24.546  |
| <b># PICOS</b>                 | 430     | 455     | 432     | 333     | 493     |
| <b>ENERGÍA x10<sup>3</sup></b> | 3299513 | 3779038 | 3198236 | 1528961 | 4920843 |
| <b>POTENCIA</b>                | 2160782 | 2452329 | 2034502 | 1323776 | 2752149 |

Para obtener un mejor aprecio de los resultados, estos son analizados de forma gráfica. En las figuras 39 y 40 se muestran las gráficas estadísticas del sensor TPS realizadas en la primera etapa de la ruta con los instructores.

En la primera grafica (A) se indica los valores de asimetría, donde sus variaciones están de 2.5 a 4%, la Kurtosis (B) tiene valores entre 10 y 15%, en los Máximos (C) se tiene de 42 a 70 %, en Mínimos (D) de 0.2 a 2.5%, el Factor RMS (E) está entre 8 a 15%, el Factor Cresta (F) se tiene de 4.8 a 5.8% aproximadamente.

En la gráfica de kurtosis no se tiene una concentración de valores alta en las pruebas, lo que indica que en estas pruebas hubo variaciones altas en el uso del pedal del acelerador.

El análisis de máximos se tiene un valor promedio del 60 % esto indica que dentro de la conducción de los instructores no se usa el acelerador a plena carga, es decir al 100%, pero 60% es un valor alto el cual no está dentro de una conducción eficiente.

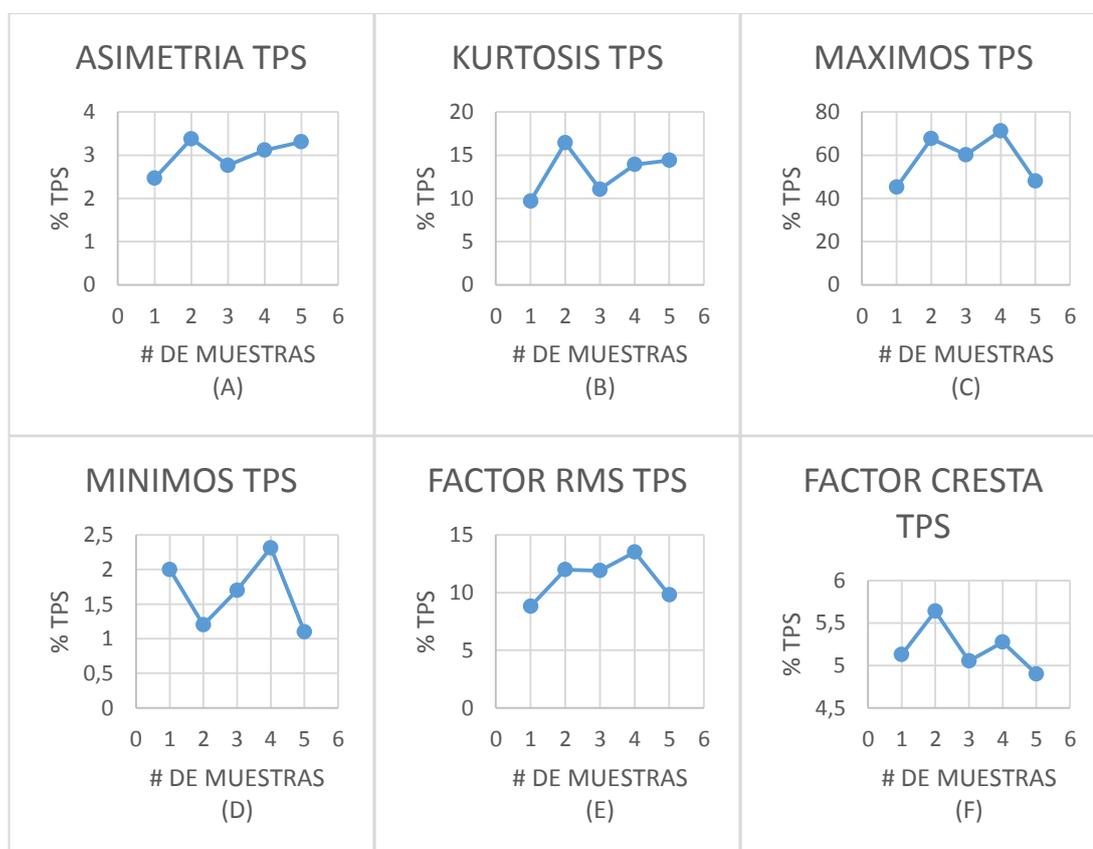


Figura 39. Estadísticas Graficas TPS Etapa 1 Instructores. Fuente: Los Autores

En la figura 40 (A) se indica los valores de Promedio, donde sus variaciones están entre 4 a 6%, la Desviación Estándar (B) tiene valores entre 7 y 15%, en la Varianza (C) se tiene de 50 a 150 %, en la Mediana (D) de 0.02 a 0.1%, en la Mediana Recortada (E) está entre 4 a 6%, la Moda (F) se tiene de -0.2 a 0.3%, los Números de Picos (G) varían de 340 a 360 picos, la Energía (H) está entre 25 a 60 MJ y la Potencia (I) de 20 a 45 Kw aproximadamente.

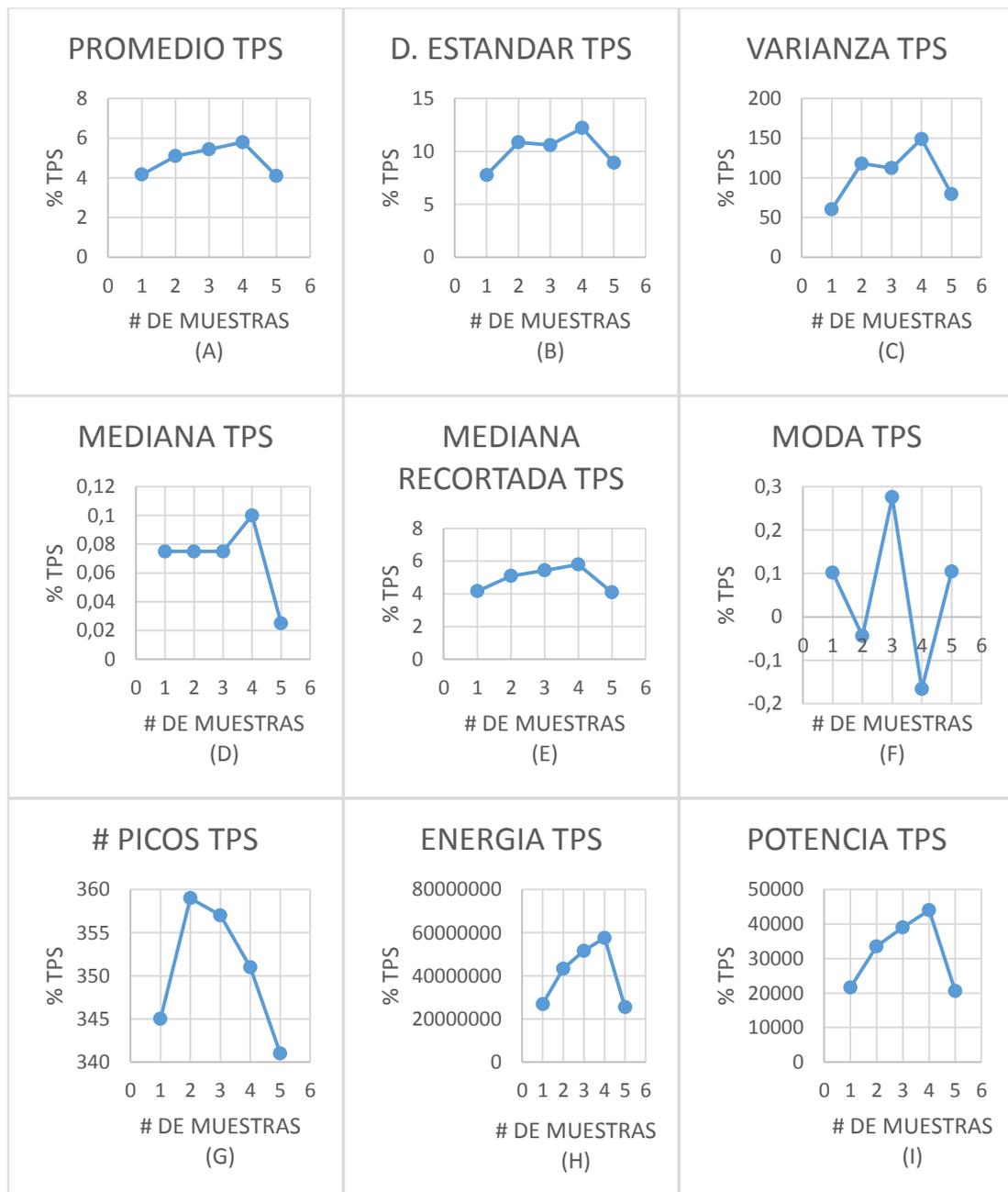


Figura 40. Continuación Graficas Estadísticas TPS Etapa 1 Instructores.  
Fuente: Los Autores.

En las figura 41 se muestran las gráficas de los valores estadísticos obtenidos pertenecientes al sensor MAP en la etapa 1, estas pruebas son las realizadas por los instructores del Sindicato de Choferes de Baños. En la gráfica de Asimetría (A) se tiene que los valores están por debajo del 2 Kpa, la Kurtosis (B) tiene valores entre 3 y 5 Kpa, en los Máximos (C) se tiene de 75 a 78 Kpa, en Mínimos (D) de 15 a 18 Kpa, el Factor RMS (E) está entre 34 y 36 Kpa, el Factor Cresta (F) se tiene de 2.1 a 2.3 Kpa, el Promedio (G) va de 31 a 33 Kpa, la Desviación Estándar (H) está entre 12 y 15 Kpa y la Varianza (I) tiene valores de 150 a 220 Kpa aproximadamente.

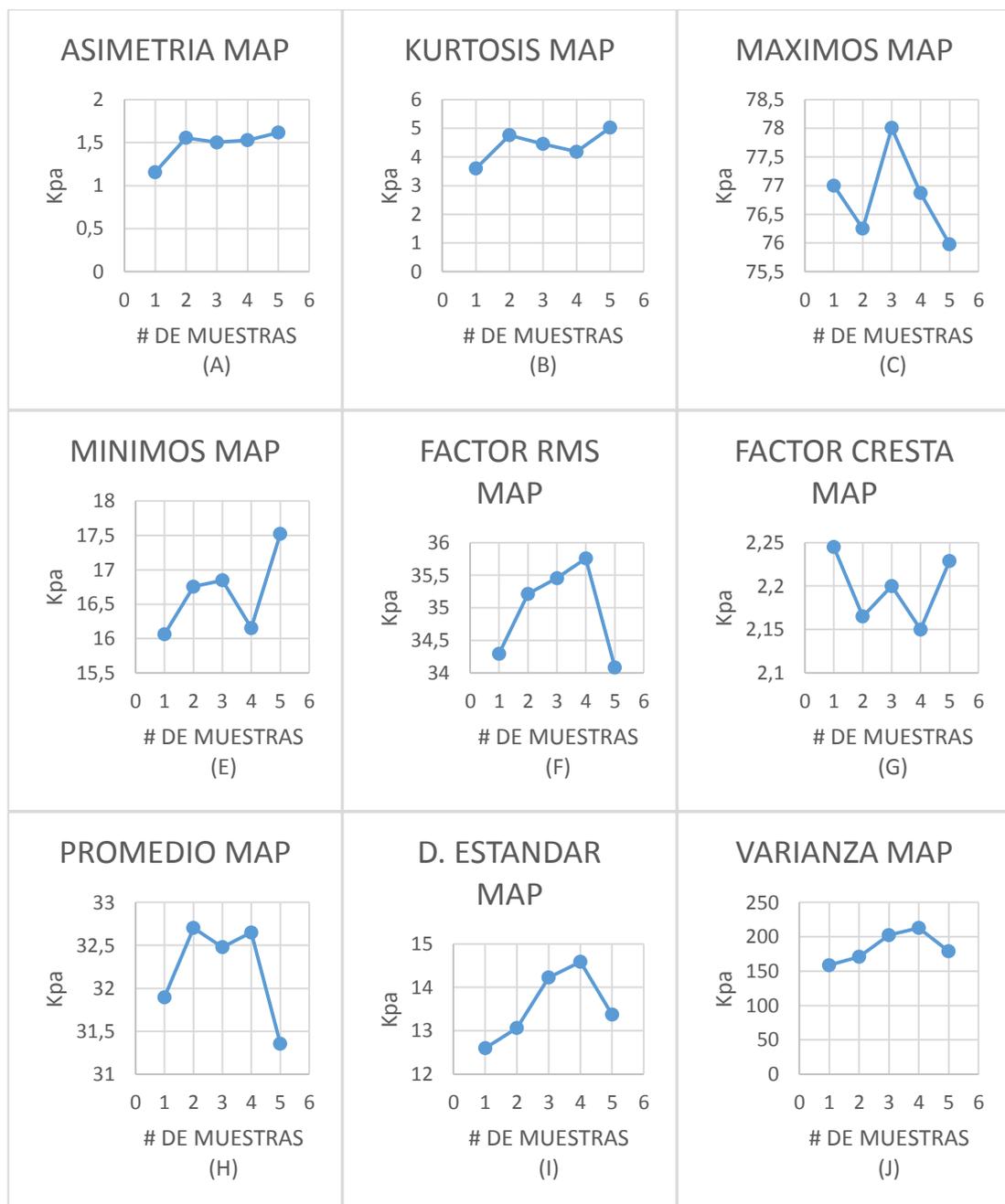


Figura 41. Estadísticas Graficas MAP Etapa 1 Instructores. Fuente: Los Autores.

En la figura 42 se tiene en la Mediana (A) de 25 a 28 Kpa, en la Mediana Recortada (B) está entre 31 y 36 Kpa, la Moda (C) se tiene de 21 a 24 Kpa, los Números de Picos (D) varían de 340 a 400 picos, la Energía (E) está entre 150 a 200 MJ y la Potencia (F) de 1.2 a 1.4 Mw aproximadamente.

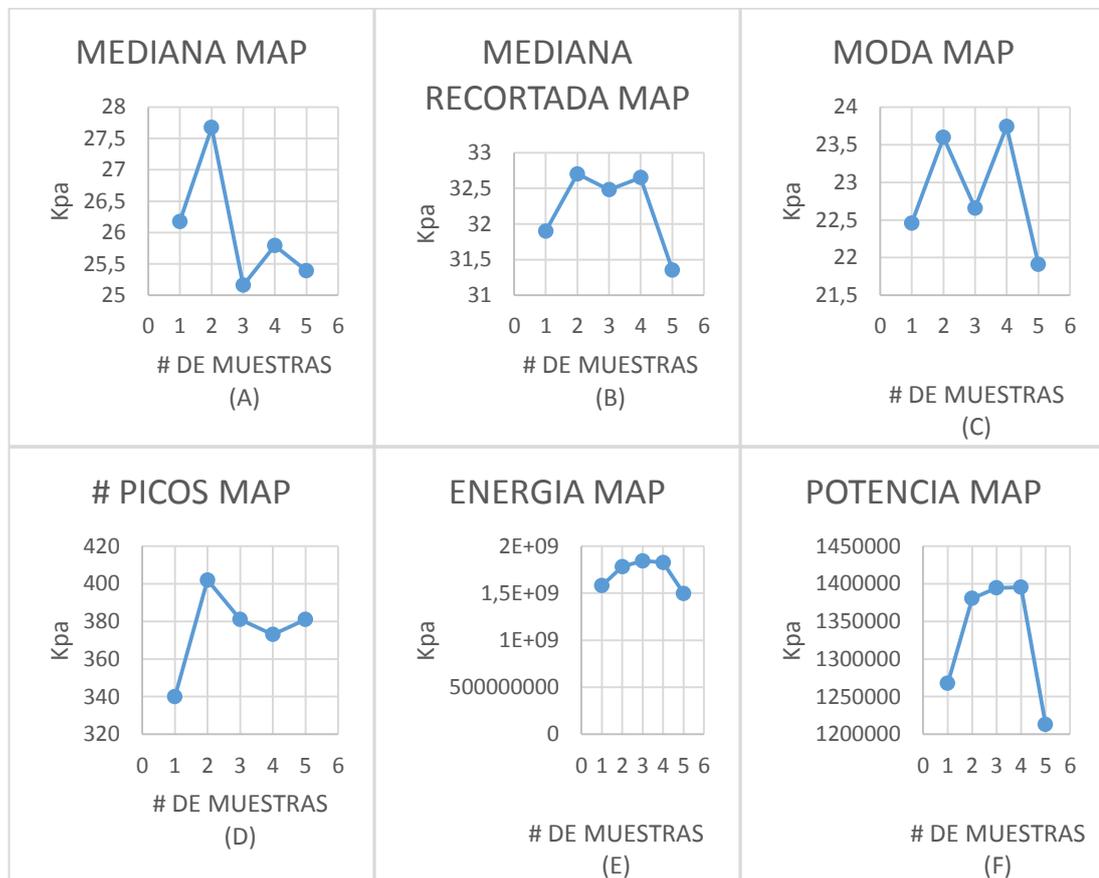


Figura 42. Continuación Gráficas Estadísticas MAP Etapa 1 Instructores.  
Fuente: Los Autores.

Una vez realizado el análisis gráfico de las muestras obtenidas por los instructores se realiza el mismo procedimiento para las pruebas realizadas con los estudiantes del Sindicato de Choferes de Baños, se indican como ejemplo los análisis de los sensores TPS y MAP y los análisis de los sensores O2, CMP, VSS, IAT y ECT se guardan en la base de datos.

En las figura 43 se muestran las gráficas estadísticas del sensor TPS realizadas en la primera etapa de la ruta con los estudiantes. En la primera gráfica de Asimetría (A) se tiene que los valores están por debajo del 4%, la Kurtosis (B) tiene valores entre 10 y 20%, en los Máximos (C) se tiene de 40 a 100%, en Mínimos (D) de 1 a 2%, el

Factor RMS (E) está entre 7 y 14%, el Factor Cresta (F) se tiene de 3 a 8%, el Promedio (G) varía de 3 a 7%, la Desviación Estándar (H) está entre 7 y 12 % y la Varianza (I) tiene valores de 50<sup>a</sup> 150% aproximadamente.

En la primera grafica (A) se indica los valores de asimetría, donde sus variaciones están de 2.5 a 4% lo cual indica una variación mínima en el manejo realizado en las pruebas. Los valores máximos indican que las muestras están por encima del 60 % lo que indican un manejo ineficiente.

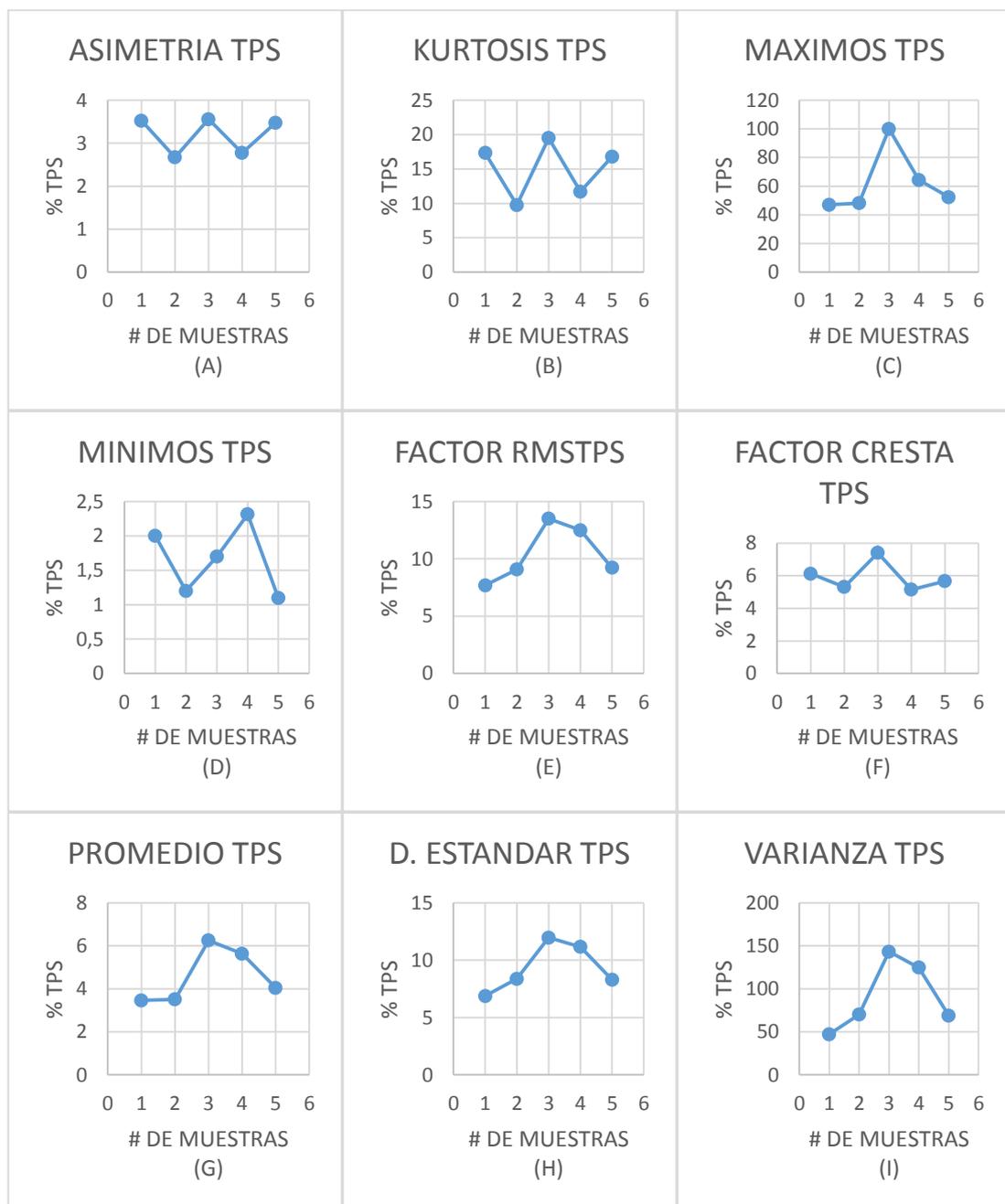


Figura 43. Estadísticas Graficas TPS Etapa 1 Estudiantes. Fuente: Los Autores.

En la figura 44 se tiene en la Mediana (A) está entre 0.1 a 0.3%, en la Mediana Recortada (B) está entre 3 y 7%, la Moda (C) se tiene de -0.2 a 0.3%, los Números de Picos (D) varían de 300 a 500 picos, la Energía (E) está entre 20 a 100 MJ y la Potencia (F) de 15 a 60 Kw.

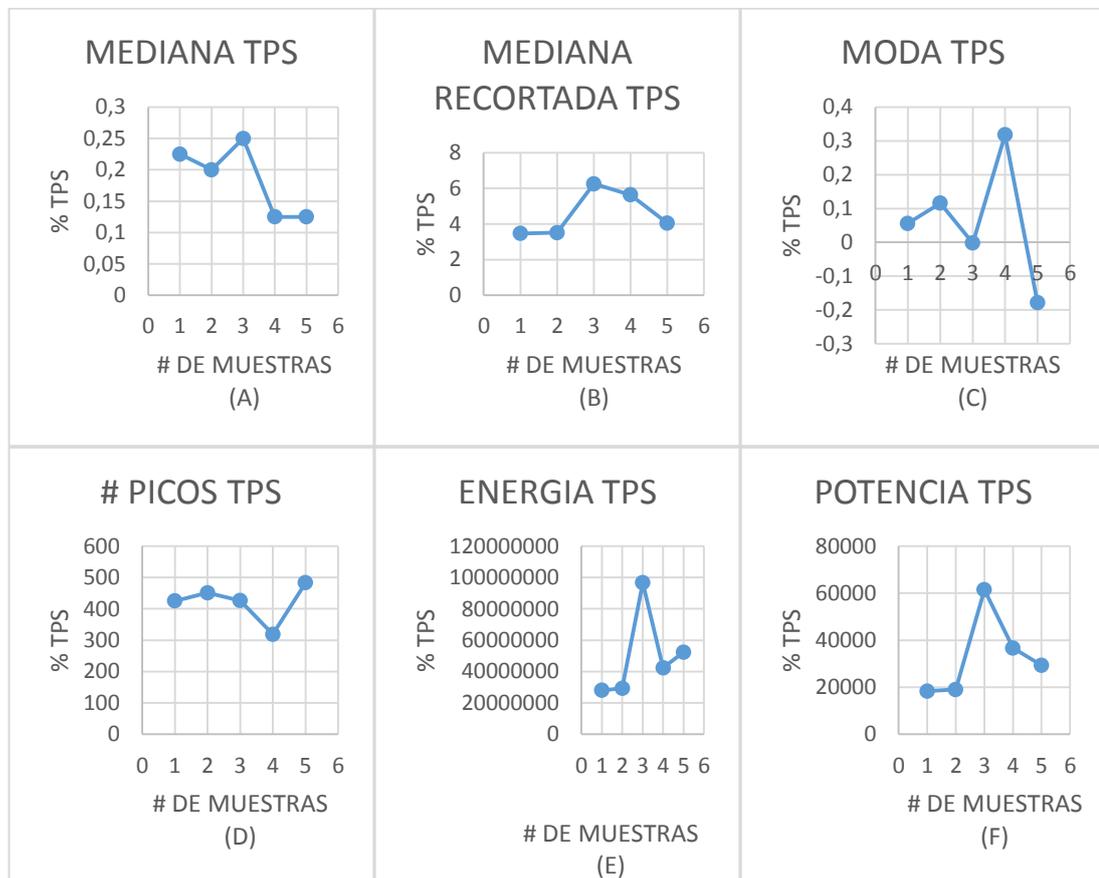


Figura 44. Continuación Estadísticas Graficas TPS Etapa 1 Estudiantes.  
Fuente: Los Autores.

En las figuras 45 se muestran las gráficas de los valores estadísticos obtenidos pertenecientes al sensor MAP en la etapa 1, estas pruebas son las realizadas por los estudiantes del Sindicato de Choferes de Baños.

En la gráfica de Asimetría (A) se tiene que los valores están entre 0.8 y 1.5 Kpa, la Kurtosis (B) tiene valores entre 3 y 4 Kpa, en los Máximos (C) se tiene de 75 a 80 Kpa, en Mínimos (D) de 15 a 23 Kpa, el Factor RMS (E) está entre 37 y 42 Kpa, el Factor Cresta (F) se tiene de 1.8 a 2.1 Kpa, el Promedio (G) va de 34 a 40 Kpa, la Desviación Estándar (H) está entre 12 y 15 Kpa y la Varianza (I) tiene valores de 140 a 240 Kpa, la Mediana (J) de 25 a 40 Kpa, la Mediana Recortada (K) tiene valores entre 34 y 40 Kpa y la Moda (L) entre 20 y 40 Kpa.

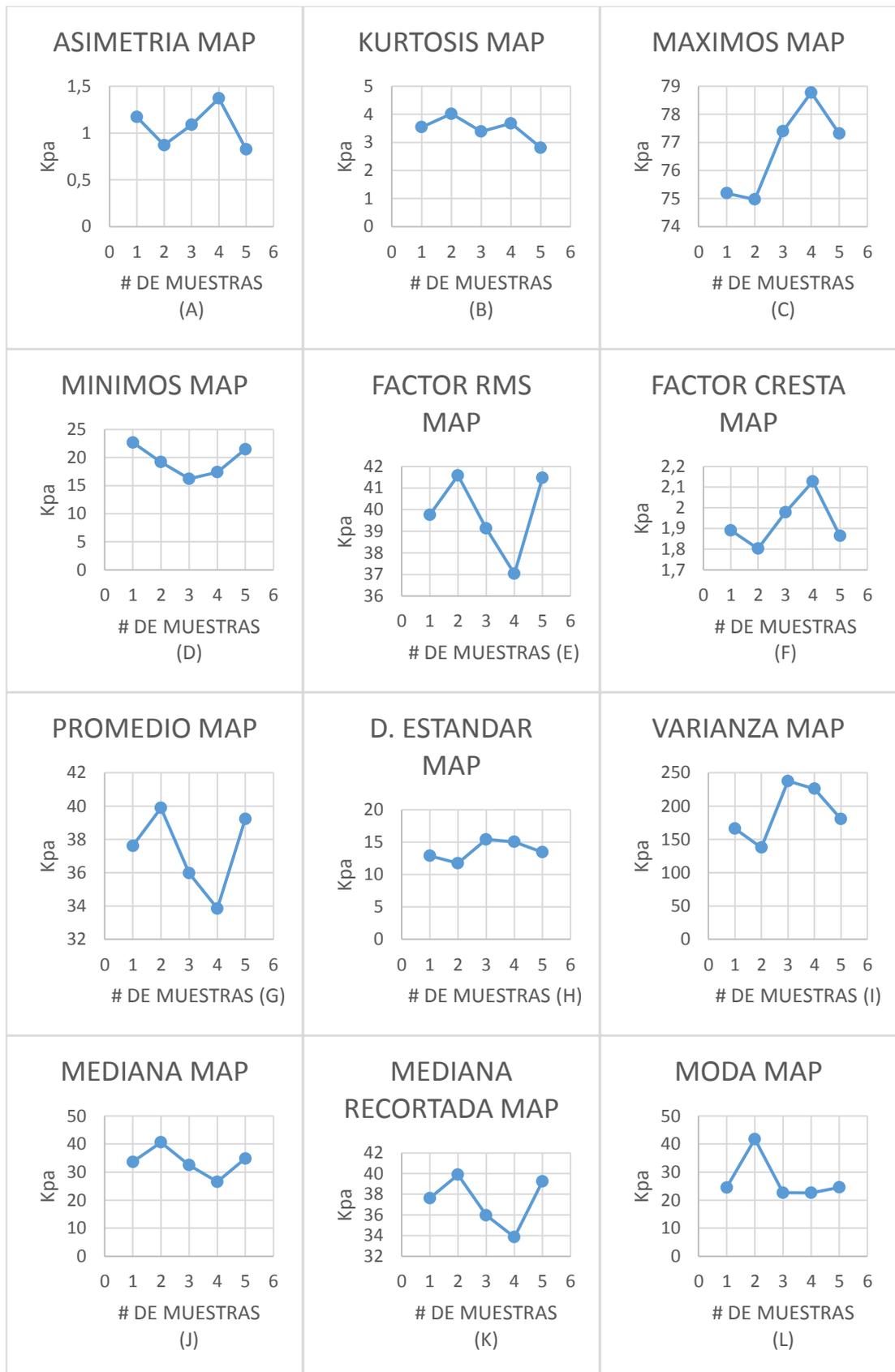


Figura 45. Estadísticas Graficas MAP Etapa 1 Estudiantes. Fuente: Los Autores.

En la figura 46 (A) se tiene que el número de Picos esta entre los valores de 300 y 500 picos, la energía (B) tiene valores de 150 a 500 MJ y la Potencia (C) entre 1.2 a 2.8 Mw.



Figura 46. Continuación Estadísticas Graficas MAP Etapa 1 Estudiantes.  
Fuente: Los Autores.

El análisis estadístico correspondiente a las etapas 2, 3, 4 y etapa 5 se da de igual forma que en la etapa 1. No se describe estos análisis ya que se hace de forma repetitiva. El análisis hecho de todas las etapas se guarda en la base de datos creada.

Una vez hecho este análisis con los diferentes sensores se procede a obtener el promedio de las 5 muestras en cada etapa realizada; esto se lo hace para las muestras de estudiantes así como instructores, lo que da como resultado los valores que se indica en las tablas 31, 32, 33, 34 y 35.

Tabla 31. Valores promedio del análisis estadístico, Etapa 1 Instructores.  
Fuente: Los Autores

|                          | TPS   | MAP    | O2   | RPM       | VSS    | ECT   | IAT   |
|--------------------------|-------|--------|------|-----------|--------|-------|-------|
| <b>ASIMETRÍA</b>         | 3.05  | -0.76  | 0.20 | -0.45     | -0.76  | 0.95  | -0.34 |
| <b>KURTOSIS</b>          | 13.81 | 2.81   | 1.37 | 2.68      | 2.81   | 3.30  | 1.90  |
| <b>MÁXIMO</b>            | 56.30 | 56.20  | 0.98 | 3109.77   | 56.20  | 89.99 | 38.69 |
| <b>MÍNIMO</b>            | -0.96 | -1.40  | 0.01 | 595.65    | -1.40  | 75.00 | 30.68 |
| <b>RMS</b>               | 10.09 | 37.87  | 0.56 | 2022.16   | 37.87  | 79.94 | 35.18 |
| <b>F. CRESTA</b>         | 5.61  | 1.49   | 1.74 | 1.54      | 1.49   | 1.13  | 1.10  |
| <b>MEAN</b>              | 4.49  | 34.90  | 0.45 | 1951.91   | 34.90  | 79.80 | 35.09 |
| <b>D. ESTÁNDAR</b>       | 9.03  | 14.66  | 0.34 | 523.12    | 14.66  | 4.18  | 2.45  |
| <b>VARIANZA</b>          | 85.29 | 215.82 | 0.12 | 281961.60 | 215.82 | 21.48 | 6.86  |
| <b>MEDIANA</b>           | 0.07  | 37.55  | 0.36 | 2010.79   | 37.55  | 77.97 | 35.85 |
| <b>MEDIANA RECORTADA</b> | 4.49  | 34.90  | 0.45 | 1951.91   | 34.90  | 79.80 | 35.09 |
| <b>MODA</b>              | 0.06  | 37.02  | 0.25 | 2106.10   | 37.02  | 77.52 | 36.93 |

|                 |       |        |      |           |        |         |        |
|-----------------|-------|--------|------|-----------|--------|---------|--------|
| <b># PICOS</b>  | 338   | 210.24 | 336  | 230       | 210    | 428     | 419    |
| <b>ENERGÍA</b>  | 34277 | 198730 | 3407 | 629110324 | 198730 | 1069619 | 212475 |
|                 | 610   | 1317   | 04   | 2967      | 1317   | 7079    | 6744   |
| <b>POTENCIA</b> | 26810 | 155558 | 262  | 48866428  | 155552 | 8223336 | 162836 |

*Tabla 32. Valores promedio del análisis estadístico, Etapa 2 Instructores.  
Fuente: Los Autores*

|                            | <b>TPS</b> | <b>MAP</b> | <b>O2</b> | <b>RPM</b> | <b>VSS</b> | <b>ECT</b> | <b>IAT</b> |
|----------------------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| <b>ASIMETRÍA</b>           | 2,19       | 0,32       | 0,83      | 0,26       | 0,66       | -0,80      | -0,66      |
| <b>KURTOSIS</b>            | 8,86       | 3,17       | 14,9      | 1,91       | 19,16      | 14,45      | 17,13      |
| <b>MÁXIMO</b>              | 59,27      | 83,91      | 6,88      | 3147,14    | 83,65      | 96,84      | 36,57      |
| <b>MÍNIMO</b>              | -1,47      | 17,58      | 0,02      | 501,94     | -1,94      | 62,96      | 12,61      |
| <b>RMS</b>                 | 11,47      | 44,43      | 0,90      | 1689,58    | 27,61      | 86,37      | 33,07      |
| <b>FACTOR CRESTA</b>       | 5,19       | 1,88       | 2,56      | 1,86       | 3,16       | 1,12       | 1,11       |
| <b>MEAN</b>                | 5,83       | 42,38      | 0,51      | 1573,22    | 21,27      | 86,19      | 32,87      |
| <b>DESVIACION ESTÁNDAR</b> | 9,87       | 13,32      | 0,66      | 612,25     | 17,50      | 5,25       | 2,35       |
| <b>VARIANZA</b>            | 101,03     | 178,69     | 2,18      | 381389,98  | 308,23     | 30,54      | 14,32      |
| <b>MEDIANA</b>             | 0,11       | 44,06      | 0,52      | 1530,86    | 21,40      | 86,21      | 32,78      |
| <b>MEDIANA RECORTADA</b>   | 5,83       | 42,38      | 0,51      | 1573,22    | 21,27      | 86,19      | 32,87      |
| <b>MODA</b>                | -0,04      | 42,40      | 0,40      | 1072,86    | -0,27      | 85,23      | 32,54      |
| <b># PICOS</b>             | 679,71     | 771,88     | 719       | 537,18     | 396,53     | 928,59     | 923,47     |
| <b>ENERGÍA</b>             | 25624      | 137624     | 2081      | 18667677   | 337066     | 569492     | 861788     |
|                            | 7838       | 26745      | 059       | 561639     | 9646       | 91394      | 7207       |
| <b>POTENCIA</b>            | 94137      | 495062     | 747       | 67704942   | 123790     | 204716     | 305617     |

*Tabla 33. Valores promedio del análisis estadístico, Etapa 3 Instructores.  
Fuente: Los Autores*

|                          | <b>TPS</b> | <b>MAP</b> | <b>O2</b> | <b>RPM</b> | <b>VSS</b> | <b>ECT</b> | <b>IAT</b> |
|--------------------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| <b>ASIMETRÍA</b>         | 1,93       | 0,51       | 0,13      | -0,46      | -0,57      | 0,52       | 0,08       |
| <b>KURTOSIS</b>          | 6,93       | 2,16       | 1,35      | 2,32       | 2,26       | 2,31       | 2,23       |
| <b>MÁXIMO</b>            | 75,51      | 79,14      | 0,97      | 3520,40    | 72,77      | 95,31      | 37,52      |
| <b>MÍNIMO</b>            | -1,44      | 16,74      | 0,03      | 576,75     | -2,01      | 74,39      | 26,20      |
| <b>RMS</b>               | 17,32      | 43,95      | 0,54      | 2131,56    | 45,03      | 83,11      | 31,90      |
| <b>F. CRESTA</b>         | 4,41       | 1,80       | 1,79      | 1,66       | 1,63       | 1,15       | 1,18       |
| <b>MEAN</b>              | 9,47       | 40,73      | 0,43      | 2017,26    | 39,17      | 82,93      | 31,73      |
| <b>D. ESTÁNDAR</b>       | 14,49      | 16,48      | 0,33      | 676,05     | 21,86      | 5,27       | 2,85       |
| <b>VARIANZA</b>          | 224,28     | 272,58     | 0,11      | 472823,1   | 483,77     | 28,34      | 10,77      |
| <b>MEDIANA</b>           | 1,21       | 39,12      | 0,37      | 2166,59    | 44,29      | 81,93      | 31,74      |
| <b>MEDIANA RECORTADA</b> | 9,47       | 40,73      | 0,43      | 2017,26    | 39,17      | 82,93      | 31,73      |
| <b>MODA</b>              | 0,11       | 28,19      | 0,06      | 2034,46    | 13,94      | 80,39      | 31,95      |
| <b># PICOS</b>           | 828,35     | 1038,35    | 1112      | 612,59     | 494,94     | 1227,94    | 1193,00    |
| <b>ENERGÍA</b>           | 125449     | 2243950    | 2441      | 54210616   | 2006191    | 9308623    | 1393486    |
|                          | 3765       | 1940       | 638       | 859603     | 4549       | 3123       | 3637       |
| <b>POTENCIA</b>          | 34134      | 607790     | 663       | 1479655    | 555558     | 251878     | 374809     |

Tabla 34. Valores promedio del análisis estadístico, Etapa 4 Instructores.  
Fuente: Los Autores

|                            | TPS    | MAP     | O2   | RPM       | VSS     | ECT     | IAT    |
|----------------------------|--------|---------|------|-----------|---------|---------|--------|
| <b>ASIMETRÍA</b>           | 1,11   | -0,07   | 0,93 | -0,99     | -1,19   | -0,32   | 0,10   |
| <b>KURTOSIS</b>            | 4,20   | 2,01    | 18,9 | 3,88      | 4,08    | 25,78   | 17,25  |
| <b>MÁXIMO</b>              | 81,94  | 87,08   | 6,84 | 3366,17   | 86,37   | 89,09   | 30,15  |
| <b>MÍNIMO</b>              | -1,04  | 16,58   | 0,02 | 552,65    | 3,06    | 60,19   | 5,62   |
| <b>RMS</b>                 | 28,62  | 51,87   | 0,86 | 2459,80   | 64,44   | 79,60   | 25,20  |
| <b>FACTOR CRESTA</b>       | 2,97   | 1,69    | 2,65 | 1,38      | 1,35    | 1,12    | 1,20   |
| <b>MEAN</b>                | 20,28  | 48,62   | 0,48 | 2394,99   | 61,50   | 79,49   | 24,94  |
| <b>DESVIACION ESTÁNDAR</b> | 19,99  | 18,04   | 0,63 | 550,23    | 18,52   | 3,43    | 2,21   |
| <b>VARIANZA</b>            | 444,92 | 326,38  | 1,86 | 312158,3  | 354,01  | 16,53   | 13,58  |
| <b>MEDIANA</b>             | 16,10  | 50,46   | 0,48 | 2504,53   | 66,37   | 79,07   | 24,43  |
| <b>MEDIANA RECORTADA</b>   | 20,28  | 48,62   | 0,48 | 2394,99   | 61,50   | 79,49   | 24,94  |
| <b>MODA</b>                | 0,10   | 48,76   | 0,33 | 2636,35   | 67,17   | 78,74   | 23,57  |
| <b># PICOS</b>             | 473,53 | 766,88  | 962  | 396,29    | 306,41  | 913,94  | 919,76 |
| <b>ENERGÍA</b>             | 315461 | 1705337 | 1713 | 420783361 | 2776378 | 4564932 | 456104 |
|                            | 1952   | 9663    | 237  | 19325     | 7774    | 8639    | 9797   |
| <b>POTENCIA</b>            | 11820  | 636256  | 633  | 1558851   | 103321  | 169796  | 16951  |

Tabla 35. Valores promedio del análisis estadístico, Etapa 5 Instructores.  
Fuente: Los Autores.

|                            | TPS    | MAP    | O2   | RPM       | VSS    | ECT     | IAT    |
|----------------------------|--------|--------|------|-----------|--------|---------|--------|
| <b>ASIMETRÍA</b>           | 1,18   | 0,14   | 0,35 | -0,54     | -0,57  | -0,39   | -0,16  |
| <b>KURTOSIS</b>            | 4,75   | 3,68   | 6,25 | 2,91      | 2,38   | 8,33    | 8,83   |
| <b>MÁXIMO</b>              | 67,36  | 87,96  | 6,83 | 3300,12   | 57,43  | 94,85   | 31,75  |
| <b>MÍNIMO</b>              | -1,08  | 17,20  | 0,01 | 519,11    | -1,33  | 64,21   | 6,82   |
| <b>RMS</b>                 | 20,23  | 51,24  | 1,12 | 2052,47   | 36,02  | 86,00   | 27,31  |
| <b>FACTOR CRESTA</b>       | 3,35   | 1,71   | 2,11 | 1,61      | 1,60   | 1,10    | 1,16   |
| <b>MEAN</b>                | 14,54  | 48,84  | 0,55 | 1969,53   | 32,07  | 85,79   | 26,82  |
| <b>DESVIACION ESTÁNDAR</b> | 13,99  | 15,43  | 0,87 | 571,78    | 16,15  | 4,91    | 2,83   |
| <b>VARIANZA</b>            | 202,8  | 239,95 | 5,77 | 334864,6  | 267,54 | 36,03   | 30,55  |
| <b>MEDIANA</b>             | 11,84  | 47,82  | 0,57 | 2074,87   | 35,83  | 85,62   | 26,73  |
| <b>MEDIANA RECORTADA</b>   | 14,54  | 48,84  | 0,55 | 1969,53   | 32,07  | 85,79   | 26,82  |
| <b>MODA</b>                | 0,04   | 49,56  | 0,70 | 2210,91   | 29,42  | 85,52   | 26,30  |
| <b># PICOS</b>             | 319,8  | 434,76 | 558  | 289,35    | 283,47 | 540,41  | 541,76 |
| <b>ENERGÍA</b>             | 555573 | 624924 | 8922 | 103256203 | 275882 | 1986925 | 204259 |
|                            | 528    | 3570   | 05   | 35530     | 3909   | 0948    | 1557   |
| <b>POTENCIA</b>            | 34260  | 38193  | 572  | 62605042  | 16765  | 119522  | 12087  |

En las tablas 36, 37, 38, 39 y 40 se muestran los valores promedio obtenidos en las muestras realizadas por los estudiantes en cada etapa planteada.

*Tabla 36. Valores promedio del análisis estadístico, Etapa 1 Estudiantes.  
Fuente: Los Autores.*

|                          | TPS   | MAP    | O2   | RPM       | VSS    | ECT     | IAT    |
|--------------------------|-------|--------|------|-----------|--------|---------|--------|
| <b>ASIMETRÍA</b>         | 2.94  | 1.23   | 0.19 | 0.55      | -0.84  | 0.61    | -0.27  |
| <b>KURTOSIS</b>          | 13.25 | 4.18   | 1.36 | 7.66      | 3.01   | 3.19    | 1.71   |
| <b>MÁXIMO</b>            | 58.25 | 76.16  | 1.01 | 4295.10   | 54.67  | 89.28   | 45.77  |
| <b>MÍNIMO</b>            | -1.77 | 19.18  | 0.01 | 601.44    | -1.61  | 73.73   | 35.16  |
| <b>RMS</b>               | 10.91 | 38.67  | 0.58 | 1892.01   | 33.67  | 79.58   | 40.88  |
| <b>F.CRESTA</b>          | 5.59  | 1.99   | 1.75 | 2.05      | 1.62   | 1.12    | 1.12   |
| <b>MEAN</b>              | 4.94  | 36.20  | 0.46 | 1767.05   | 30.81  | 79.52   | 40.75  |
| <b>D. ESTÁNDAR</b>       | 9.73  | 13.36  | 0.35 | 603.79    | 13.45  | 3.03    | 2.98   |
| <b>VARIANZA</b>          | 123.4 | 188.41 | 0.12 | 552711.03 | 197.71 | 10.33   | 11.58  |
| <b>MEDIANA</b>           | 0.18  | 31.82  | 0.38 | 1754.26   | 34.27  | 78.88   | 41.41  |
| <b>MEDIANA RECORTADA</b> | 4.94  | 36.20  | 0.46 | 1767.05   | 30.81  | 79.52   | 40.75  |
| <b>MODA</b>              | 0.09  | 26.11  | 0.38 | 1747.82   | 34.00  | 77.98   | 43.91  |
| <b># PICOS</b>           | 415.8 | 422.88 | 373  | 292.25    | 258.88 | 509.63  | 491.00 |
| <b>ENERGÍA</b>           | 54195 | 296712 | 4835 | 690555701 | 195272 | 1414168 | 366264 |
|                          | 649   | 3302   | 22   | 1084      | 8967   | 4321    | 8842   |
| <b>POTENCIA</b>          | 41105 | 195813 | 316  | 46610183  | 136554 | 9353781 | 246046 |

*Tabla 37. Valores promedio del análisis estadístico, Etapa 2 Estudiantes.  
Fuente: Los Autores.*

|                          | TPS    | MAP     | O2    | RPM       | VSS    | ECT     | IAT     |
|--------------------------|--------|---------|-------|-----------|--------|---------|---------|
| <b>ASIMETRÍA</b>         | 1.96   | 0.25    | -0.02 | 0.43      | 0.16   | 0.20    | -0.03   |
| <b>KURTOSIS</b>          | 6.98   | 2.76    | 1.32  | 2.16      | 1.73   | 2.22    | 2.52    |
| <b>MÁXIMO</b>            | 62.33  | 77.47   | 0.99  | 3682.99   | 55.53  | 94.31   | 42.78   |
| <b>MÍNIMO</b>            | -1.65  | 17.61   | -0.06 | 565.55    | -1.82  | 77.01   | 34.85   |
| <b>RMS</b>               | 14.38  | 45.54   | 0.59  | 1751.63   | 27.38  | 84.90   | 38.88   |
| <b>F.CRESTA</b>          | 4.79   | 1.72    | 1.69  | 2.09      | 2.05   | 1.11    | 1.11    |
| <b>MEAN</b>              | 7.54   | 43.54   | 0.48  | 1603.66   | 21.26  | 84.80   | 38.84   |
| <b>D. ESTÁNDAR</b>       | 12.24  | 13.21   | 0.34  | 695.45    | 17.18  | 3.94    | 1.57    |
| <b>VARIANZA</b>          | 197.52 | 180.53  | 0.11  | 525328.86 | 304.36 | 16.39   | 2.91    |
| <b>MEDIANA</b>           | 0.13   | 44.45   | 0.51  | 1519.08   | 20.43  | 84.49   | 38.92   |
| <b>MEDIANA RECORTADA</b> | 7.54   | 43.54   | 0.48  | 1603.66   | 21.26  | 84.80   | 38.84   |
| <b>MODA</b>              | 0.02   | 45.62   | 0.07  | 980.93    | -1.40  | 84.81   | 38.78   |
| <b># PICOS</b>           | 818    | 909     | 794   | 602       | 453    | 1052    | 1041    |
| <b>ENERGÍA</b>           | 52667  | 1905051 | 2379  | 247530174 | 408736 | 7343927 | 1693048 |
|                          | 0266   | 6608    | 256   | 56443     | 5594   | 8950    | 3382    |
| <b>POTENCIA</b>          | 19851  | 594491  | 731   | 78966091  | 136331 | 226635  | 504668  |

Tabla 38. Valores promedio del análisis estadístico, Etapa 3 Estudiantes.  
Fuente: Los Autores.

|                                | TPS    | MAP    | O2    | RPM       | VSS    | ECT     | IAT    |
|--------------------------------|--------|--------|-------|-----------|--------|---------|--------|
| <b>ASIMETRÍA</b>               | 1.96   | 0.56   | 0.20  | 0.00      | -0.23  | 0.38    | 0.10   |
| <b>KURTOSIS</b>                | 7.44   | 2.54   | 1.37  | 2.27      | 2.33   | 2.13    | 2.23   |
| <b>MÁXIMO</b>                  | 75.05  | 80.11  | 0.99  | 3944.63   | 91.45  | 93.83   | 45.56  |
| <b>MÍNIMO</b>                  | -1.65  | 16.32  | -0.08 | 565.09    | -2.05  | 74.77   | 33.16  |
| <b>RMS</b>                     | 16.97  | 43.86  | 0.55  | 2057.47   | 39.37  | 83.29   | 38.87  |
| <b>FACTOR<br/>CRESTA</b>       | 4.68   | 1.85   | 1.82  | 1.92      | 2.33   | 1.13    | 1.18   |
| <b>MEAN</b>                    | 8.83   | 40.97  | 0.43  | 1921.57   | 33.37  | 83.18   | 38.73  |
| <b>DESVIACION<br/>ESTÁNDAR</b> | 14.46  | 15.48  | 0.34  | 730.88    | 20.54  | 4.07    | 2.95   |
| <b>VARIANZA</b>                | 230.43 | 245.01 | 0.12  | 549445.46 | 428.58 | 17.81   | 11.46  |
| <b>MEDIANA</b>                 | 1.04   | 39.63  | 0.33  | 2010.08   | 36.23  | 82.37   | 39.05  |
| <b>MEDIANA<br/>RECORTADA</b>   | 8.83   | 40.97  | 0.43  | 1921.57   | 33.37  | 83.18   | 38.73  |
| <b>MODA</b>                    | 0.08   | 39.91  | 0.02  | 1271.52   | 11.43  | 80.10   | 39.59  |
| <b># PICOS</b>                 | 1058   | 1160   | 1126  | 748       | 605    | 1376    | 1347   |
| <b>ENERGÍA</b>                 | 137270 | 356659 | 3758  | 61441549  | 169398 | 1280248 | 271941 |
|                                | 2925   | 80886  | 644   | 203026    | 96024  | 96053   | 11581  |
| <b>POTENCIA</b>                | 310184 | 732393 | 782   | 14326948  | 410784 | 2820302 | 597124 |

Tabla 39. Valores promedio del análisis estadístico, Etapa 4 Estudiantes.  
Fuente: Los Autores.

|                                | TPS    | MAP    | O2    | RPM       | VSS    | ECT    | IAT    |
|--------------------------------|--------|--------|-------|-----------|--------|--------|--------|
| <b>ASIMETRÍA</b>               | 0.86   | -0.15  | -0.14 | -0.67     | -0.84  | 0.59   | 1.02   |
| <b>KURTOSIS</b>                | 4.13   | 1.93   | 1.36  | 2.82      | 2.80   | 2.95   | 3.15   |
| <b>MÁXIMO</b>                  | 80.89  | 80.60  | 0.98  | 3558.99   | 87.60  | 91.80  | 36.84  |
| <b>MÍNIMO</b>                  | -1.78  | 17.17  | -0.03 | 572.20    | -1.75  | 75.30  | 25.41  |
| <b>RMS</b>                     | 32.32  | 52.78  | 0.58  | 2369.85   | 57.34  | 81.96  | 29.54  |
| <b>FACTOR<br/>CRESTA</b>       | 2.98   | 1.55   | 1.71  | 1.50      | 1.53   | 1.12   | 1.25   |
| <b>MEAN</b>                    | 23.29  | 49.66  | 0.47  | 2274.02   | 52.06  | 81.91  | 29.42  |
| <b>DESVIACION<br/>ESTÁNDAR</b> | 22.24  | 17.66  | 0.33  | 661.86    | 23.51  | 2.96   | 2.60   |
| <b>VARIANZA</b>                | 593.58 | 324.92 | 0.11  | 450386.75 | 578.41 | 9.73   | 7.47   |
| <b>MEDIANA</b>                 | 19.67  | 51.04  | 0.54  | 2397.18   | 59.95  | 81.61  | 28.62  |
| <b>MEDIANA<br/>RECORTADA</b>   | 23.29  | 49.66  | 0.47  | 2274.02   | 52.06  | 81.91  | 29.42  |
| <b>MODA</b>                    | 12.42  | 65.52  | 0.31  | 2521.70   | 41.20  | 80.55  | 27.43  |
| <b># PICOS</b>                 | 785    | 970    | 1141  | 493       | 409    | 1163   | 1162   |
| <b>ENERGÍA</b>                 | 587324 | 292380 | 2654  | 59630398  | 294937 | 815600 | 113903 |
|                                | 2431   | 09878  | 106   | 579409    | 80746  | 08801  | 12016  |
| <b>POTENCIA</b>                | 199535 | 839764 | 755   | 17422850  | 896964 | 231498 | 316883 |

*Tabla 40. Valores promedio del análisis estadístico, Etapa 5 Estudiantes.  
Fuente: Los Autores.*

|                                | <b>TPS</b> | <b>MAP</b> | <b>O2</b> | <b>RPM</b> | <b>VSS</b> | <b>ECT</b> | <b>IAT</b> |
|--------------------------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| <b>ASIMETRÍA</b>               | 0.99       | -0.10      | 0.16      | -0.24      | -0.40      | 0.36       | 0.50       |
| <b>KURTOSIS</b>                | 4.25       | 2.18       | 1.31      | 3.19       | 3.00       | 2.40       | 3.65       |
| <b>MÁXIMO</b>                  | 72.56      | 78.54      | 0.96      | 3427.02    | 55.93      | 93.84      | 37.94      |
| <b>MÍNIMO</b>                  | -1.14      | 18.02      | 0.01      | 584.78     | -1.69      | 78.30      | 29.83      |
| <b>RMS</b>                     | 25.86      | 52.25      | 0.59      | 2039.16    | 32.41      | 84.98      | 33.42      |
| <b>FACTOR<br/>CRESTA</b>       | 3.13       | 1.52       | 1.61      | 1.69       | 1.80       | 1.10       | 1.14       |
| <b>MEAN</b>                    | 18.63      | 49.83      | 0.49      | 1959.55    | 29.01      | 84.92      | 33.35      |
| <b>DESVIACION<br/>ESTÁNDAR</b> | 17.72      | 15.51      | 0.33      | 548.51     | 13.69      | 3.02       | 1.85       |
| <b>VARIANZA</b>                | 385.20     | 251.51     | 0.11      | 319525.94  | 200.89     | 10.55      | 5.43       |
| <b>MEDIANA</b>                 | 14.40      | 51.05      | 0.58      | 1986.72    | 29.85      | 84.49      | 33.08      |
| <b>MEDIANA<br/>RECORTADA</b>   | 18.63      | 49.83      | 0.49      | 1959.55    | 29.01      | 84.92      | 33.35      |
| <b>MODA</b>                    | 0.18       | 50.76      | 0.65      | 1842.94    | 34.55      | 84.22      | 33.23      |
| <b># PICOS</b>                 | 386.13     | 452.13     | 527       | 277.50     | 268.38     | 570.88     | 574.50     |
| <b>ENERGÍA</b>                 | 812326     | 745096     | 7528      | 105801190  | 194682     | 2376503    | 447638     |
|                                | 286        | 2899       | 45        | 00385      | 2428       | 1877       | 9312       |
| <b>POTENCIA</b>                | 56867      | 411290     | 404       | 617662022  | 129750     | 1239686    | 215778     |

De acuerdo a los datos obtenidos se determina el uso de los sensores MAP y TPS ya que en estos sensores se puede ver variaciones más notables según el tipo de manejo que se realice.

Los sensores VSS, CKP, IAT, O2 y ECT; no demuestran mayor variación, en especial los sensores IAT y ECT en estos sensores no se ven afectados por la forma de conducción, mientras que el sensor de oxígeno (O2) si varía de acuerdo al manejo pero en el análisis de cada ruta esta variación es mínima por lo que se les descarta para el posterior análisis.

Para tener una mejor apreciación de los resultados en la figura 47 se muestra los valores promedio de la ruta 2, aquí se muestra la ruta y sus promedios respectivos en cada etapa. Este análisis gráfico se hace de los sensores TPS y MAP, tanto de las muestras de instructores y alumnos.

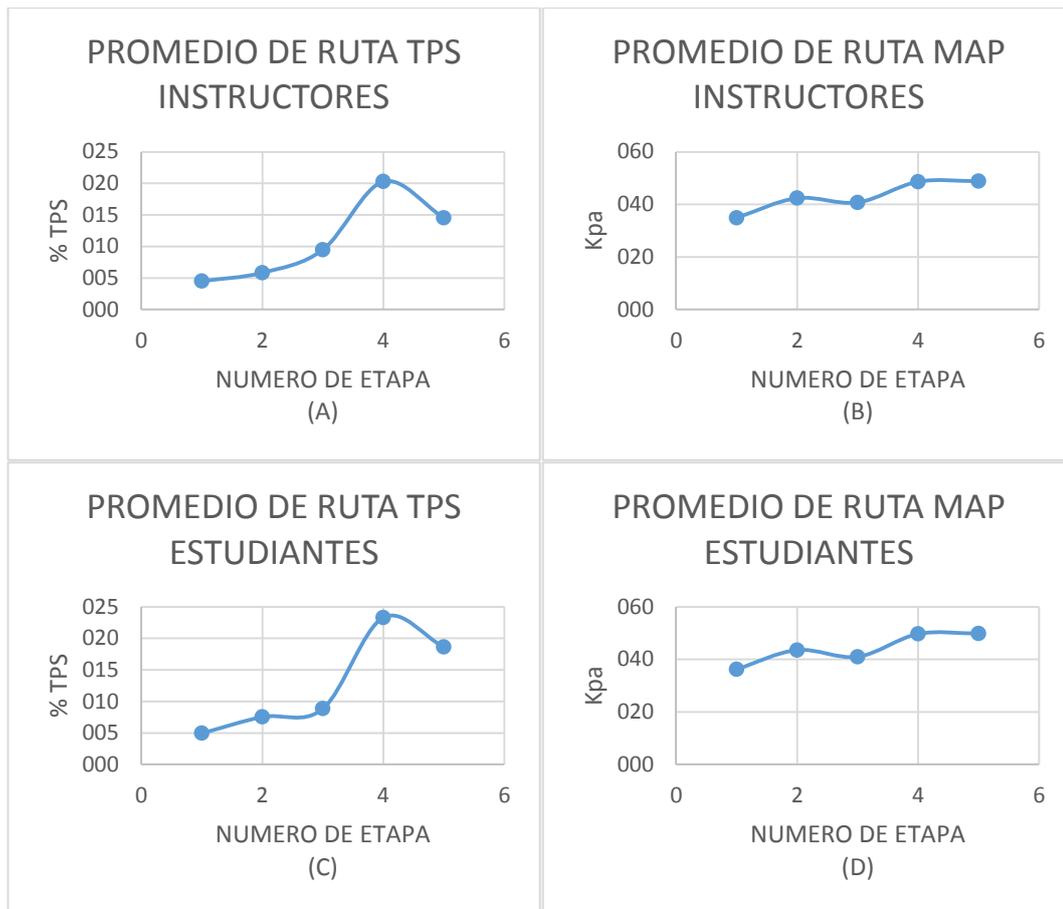


Figura 47 Promedio de Ruta TPS y MAP. Fuente: Los Autores

En la figura 47 (A) los valores promedios del sensor TPS están entre 5 a 20 % y los promedios (B) del sensor MAP tiene valores de 30 a 50 Kpa, el Promedio de ruta del sensor TPS (C) para estudiantes esta entre los valores de 5 a 25 % y para el sensor MAP (D) se tiene valores de 35 a 55 Kpa.

Con el análisis grafico mostrado en la figura 47 se determina que el estado de conducción actual en el Sindicato de Choferes de Baños es deficiente tanto para instructores y más aún en estudiantes ya que se tiene un uso inadecuado del acelerador.

### 3 CAPITULO III

#### 3.1 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

En este apartado se describen las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos o respuestas obtenidos convirtiéndose los datos en información significativa.

La elección del tipo de técnicas de procesamiento y análisis de datos influirá decisivamente en el resultado. Potencia y escalabilidad son características que deben ser tenidas en cuenta de la misma forma que las capacidades del sistema para recoger los valores atípicos, detectar la existencia de fraudes en las transacciones o llevar a cabo controles de seguridad. La tarea más difícil, sin embargo, es la de lograr disminuir la latencia de la analítica que se practica sobre un conjunto completo de grandes datos, algo que requiere el procesar terabytes de datos en cuestión de segundos (Diseño de Experimentos, H. Gutiérrez, 2018).

De acuerdo a los requerimientos relativos de tiempo de respuesta y condiciones de los datos, se determina el análisis de datos en tiempo real, la cual se describe a continuación.

##### 3.1.1 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.

De acuerdo a los datos obtenidos en el capítulo 2 se genera una tabla de datos en los que se indican los valores máximos, mínimos y promedio de los sensores MAP y TPS, estos valores se muestran en la tabla 41.

*Tabla 41. Valores Promedio. Fuente: Los Autores.*

|         |          | INSTRUCTORES |       | ESTUDIANTES |       |
|---------|----------|--------------|-------|-------------|-------|
|         |          | TPS          | MAP   | TPS         | MAP   |
| ETAPA 1 | MÁXIMO   | 56.30        | 56.20 | 58.25       | 76.16 |
|         | MÍNIMO   | 0.96         | 1.40  | 1.77        | 19.18 |
|         | PROMEDIO | 4.49         | 34.90 | 4.94        | 36.2  |
| ETAPA 2 | MÁXIMO   | 59.27        | 83.91 | 62.33       | 77.47 |
|         | MÍNIMO   | 1.47         | 17.58 | 1.65        | 17.61 |
|         | PROMEDIO | 5.83         | 42.38 | 7.54        | 43.54 |
| ETAPA 3 | MÁXIMO   | 75.51        | 79.14 | 75.05       | 80.11 |
|         | MÍNIMO   | 1.44         | 16.74 | 1.65        | 16.32 |
|         | PROMEDIO | 9.47         | 40.73 | 8.83        | 40.97 |

|                |          |       |       |       |       |
|----------------|----------|-------|-------|-------|-------|
| <b>ETAPA 4</b> | MÁXIMO   | 81.94 | 87.08 | 80.89 | 80.6  |
|                | MÍNIMO   | 1.04  | 16.58 | 1.78  | 17.17 |
|                | PROMEDIO | 20.28 | 48.62 | 23.29 | 49.66 |
| <b>ETAPA 5</b> | MÁXIMO   | 67.36 | 87.96 | 72.56 | 78.54 |
|                | MÍNIMO   | 1.08  | 17.20 | 1.14  | 18.02 |
|                | PROMEDIO | 14.54 | 48.84 | 18.63 | 49.83 |

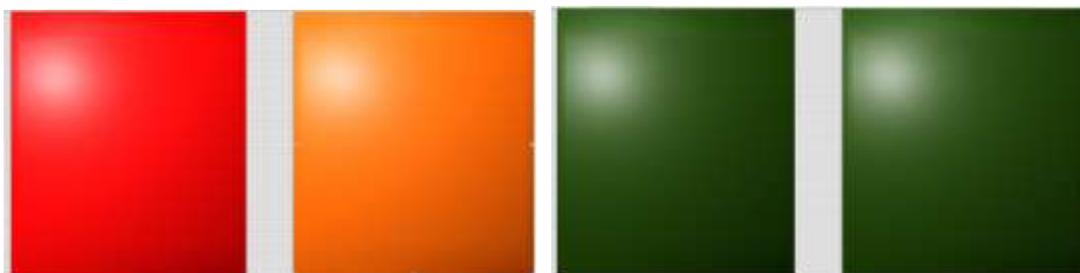
Con estos datos se tiene que los valores mayores al 50% en el TPS y 30 Kpa en sensor MAP representan una conducción ineficiente, valores inferiores a estos se determinan como conducción eficiente.

### 3.2 DESARROLLO DE SOFTWARE EFICOND 1.0.

Una vez determinado los valores correspondientes a una conducción eficiente se realizan un nuevo VI en Labview donde se implementa los valores máximos de conducción y se genera indicadores gráficos que ayuden a determinar si se sobrepasa dichos valores.

Para ello se realiza una operación booleana la cual se describe a continuación:

- Si valor  $TPS \geq 50$  y  $MAP \geq 30$ , conducción ineficiente, se enciende indicador, para este caso se designa el indicador de color rojo. Figura 48 A.
- Si el valor  $TPS + MAP \geq 80$ , conducción ineficiente, se enciende indicador, para este caso se tiene el color naranja. Figura 48 A.
- Si los valores están por debajo de los asignados se mantiene el indicador de conducción eficiente activado, este indicador es de color verde como se indica en la figura 48 B.



A

B

Figura 48. Indicadores de conducción eficiente. Fuente: Los Autores.

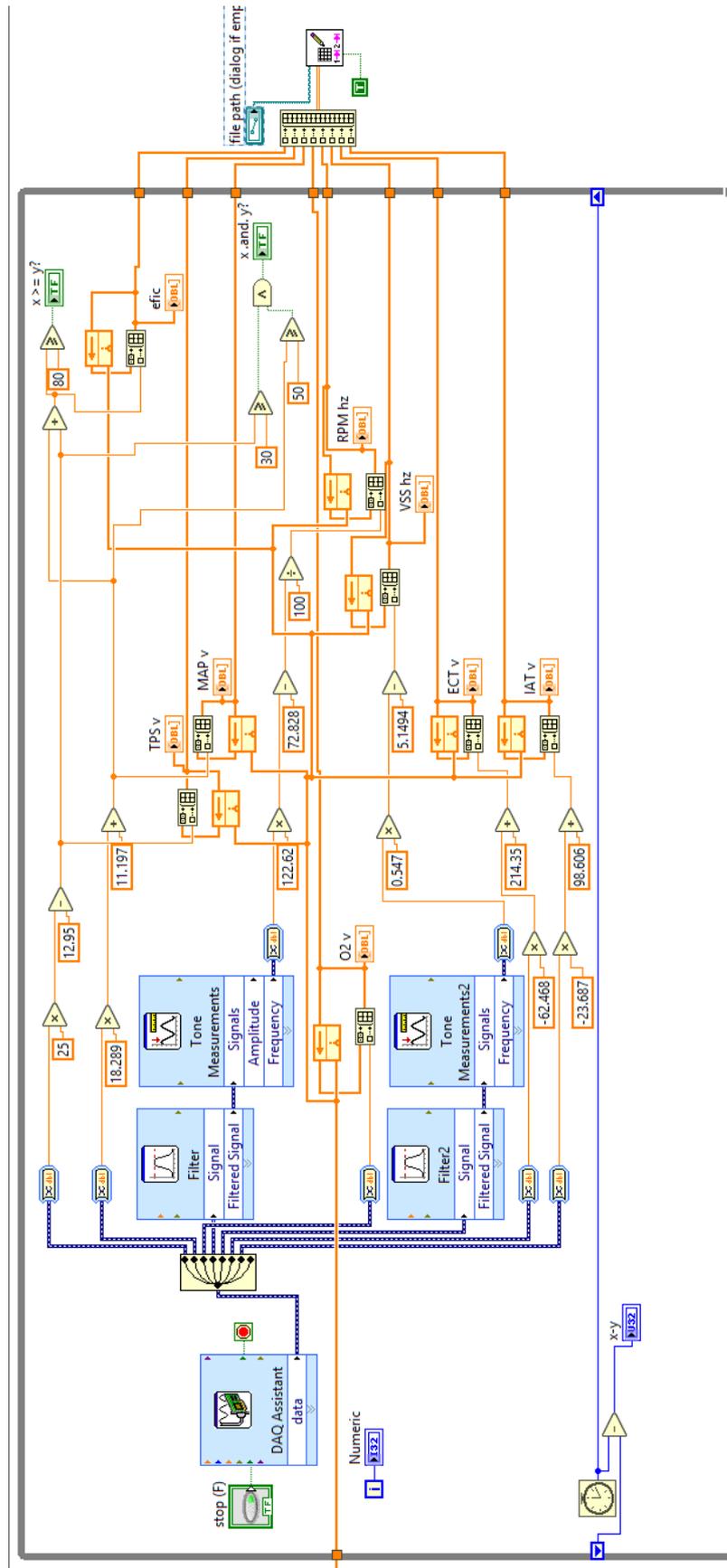


Figura 49. Programación Labview Conducción Eficiente. Fuente: Los Autores.

En la figura 49 se muestra la programación en la que se implementó el análisis booleano y los indicadores correspondientes a cada análisis, además los datos obtenidos son exportados a una hoja de cálculo en Excel y son guardados en la base de datos.

### **3.3 GUIA PARA UNA CONDUCCIÓN EFICIENTE**

Para ayudar a obtener una reducción deseable del consumo total de combustible en el sector transporte, se tiene como primer paso mejorar la utilización de los modos de transporte más eficientes (tren y autobús para viajes interurbanos y marcha a pie, bicicleta y transporte público en medio urbano), (IDAE, 2006).

Es indispensable saber que, aun utilizando el vehículo para desplazarnos, se puede obtener ahorros significativos de energía y emisiones contaminantes.

En los últimos años, la significativa evolución acontecida en la tecnología de los vehículos no se ha visto acompañada de los cambios en la forma de conducir los mismos. Así pues, no existe una concordancia entre la tecnología de automóvil y el tipo de conducción empleando.

- En ciertos países europeos como son: Suiza, Alemania, Holanda y Finlandia, en los cuales fueron conscientes del desajuste existente y comenzaron a desarrollar y probar una serie de nuevas técnicas de conducción que se adaptan a las nuevas tecnologías de los vehículos.
- Una vez reunidas las técnicas de la "conducción eficiente" e implementadas en los países de origen, donde la UE a través de la Comisión Europea, participa en la expansión de las mismas a otros países de su entorno.

El método de conducción eficiente consiste en una serie de técnicas de conducción que, unidas a un cambio en la actitud por parte del conductor, dan lugar a un nuevo estilo de conducción aprovechando las nuevas tecnologías y sistemas que incorporan los vehículos modernos (IDAE, 2006).

### **3.3.1 VENTAJAS DE LA CONDUCCIÓN EFICIENTE**

La conducción eficiente al ser un nuevo estilo de conducción basado en la serie de sencillas técnicas, cuya aplicación presenta las siguientes ventajas en vehículos de inyección electrónica:

- Disminución de combustible en un 15%
- Reducción de las emisiones del 15% de CO<sub>2</sub>
- Reducción de contaminación ambiental
- Incremento del confort en el vehículo
- Ahorro en costos de mantenimiento del vehículo y
- Aumento de la seguridad durante la conducción.

En España el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía actualmente se encuentra implementando y difundiendo las técnicas de la conducción eficiente para vehículos turismos en España a través de dos vías:

- En colaboración con la DGT (Dirección General de Tráfico) y con asociaciones de autoescuelas de ámbito nacional para la introducción de las técnicas en el Sistema de Enseñanza para la obtención del permiso de conducción.
- Cursos y programas de formación, en colaboración con clubes automovilísticos, asociaciones de transportistas, compañías aseguradoras, asociaciones de autoescuelas.

### **3.3.2 PASOS PARA UNA CONDUCCIÓN EFICIENTE**

Para lograr una conducción eficiente es necesario seguir las siguientes recomendaciones.

1. Subirse al Automóvil y colocarse el cinturón de seguridad.
2. Verificar que este activado el freno de mano o freno de estacionamiento, si no es así activarlo.
3. Pisar el pedal de embrague y colocar la palanca de cambios en posición neutral.
4. Encender en Vehículo sin pisar el acelerador.

5. Presionar el embrague hasta el fondo y colocar la palanca de cambios en primera marcha.
6. Retirar lentamente el pie del embrague. Hacerlo hasta que empiece a disminuir las revoluciones del motor.
7. Soltar el embrague presionando el acelerador al mismo tiempo. Para ello hay que retirar el pie del acelerador lentamente hasta sentir que disminuye el número de revoluciones del motor y presiona el acelerador al mismo tiempo con el pie derecho. Cuando el vehículo empiece a moverte en primera marcha, retirar completamente el pie del embrague y soltarlo del todo.

**Nota 1:** Utilizar la primera velocidad para dar inicio a la marcha, aquí se debe cambiar lo antes posible a segunda, esto se lo realiza a los 2 segundos o 6 metros de distancia.

8. Cambiar de marcha. Presionar el embrague hasta el fondo y mover la palanca de cambios desde la primera marcha hacia la segunda marcha, después de hacer el cambio de marcha, retirar el pie del embrague suavemente hasta retirarlo del todo.

**Nota 2.** En aceleración se puede realizar los cambios de acuerdo a las revoluciones o según la velocidad. Esto se indica la tabla 42:

*Tabla 42. Tipos de aceleración. Fuente: Los Autores*

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>➤ Según las revoluciones</b> | Entre 2000 y 2500 rpm para motores a gasolina     |
|                                 | Entre 1500 y 2000 rpm en motores a diésel         |
| <b>➤ Según la velocidad</b>     | A 3 <sup>ra</sup> marcha, a partir de los 30 km/h |
|                                 | A 4 <sup>ta</sup> marcha, a partir de los 40 km/h |
|                                 | A 5 <sup>ta</sup> marcha, por encima de 50 km/h   |

9. Cambiar a una marcha menor si se desea disminuir la velocidad. Para ello se debe cambiar a una marcha menor de la misma forma como se pasa de primera a segunda marcha; Es decir: presionar el embrague y sueltar el acelerador, luego cambiar de marcha con la palanca de cambios (por ejemplo, de tercera a segunda marcha) y soltar el embrague presionando el acelerador.

10. Procurar circular el mayor tiempo posible engranado las marchas más largas y a bajas revoluciones, pues aquí el vehículo consume menos.
11. Determinar fluidez en la circulación, evitar los frenazos en el momento en que se detecte un obstáculo o reducir la velocidad de circulación en la vía, para ello se debe levantar el pie del acelerador e intentar evitar la frenada brusca. Esto es frenar con la ayuda del motor.
12. Una distancia de seguimiento adecuado hará que la conducción sea mucho más eficiente. Para ello se tiene que circular de manera que se amplíe al máximo nuestro campo visual dentro de la vía.
13. Mantener una distancia de seguridad suficiente, hará que no se tenga que utilizar los frenos y por tanto producir un menor uso de las aceleraciones posteriores a las frenadas.
14. Mantener siempre una adecuada distancia de seguridad y un amplio campo de visión, el cual permita ver 2 o 3 coches por delante.
15. Hay que tener en cuenta que al circular a más de 20 km/h con una marcha engranada, si no se pisa el acelerador, el consumo de combustible es nulo. En cambio, en ralentí el coche consume entre 0,4 y 0,9 litros/hora. Según (E. Delgado, Cuenca, 2018).

**Nota 3.** Al aplicar estas reglas de conducción eficiente se contribuye al aumento de la seguridad vial. Pero existen circunstancias que requieren acciones específicas que son distintas para que la seguridad no se vea afectada.

**Nota 4.** Si bien en carreteras se tiene permitido alcanzar límites de velocidad de 80 hasta 100 km/hora, para ello se debe tener en cuenta que a altas velocidades el rendimiento de combustible se reduce considerablemente en un 10% y más. Además, si se viaja grandes distancias podría justificarse el circular a la máxima velocidad permitida. Pero en caso de distancias menores a 100 km, la ganancia de tiempo es bastante baja.

### **3.3.3 OTROS FACTORES A TENER EN CUENTA**

Resulta de suma importancia tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Hay que tomar en cuenta que el consumo de combustible de un vehículo se incrementa de forma rápida con el aumento de su velocidad. Por lo tanto, se

recomienda moderar la velocidad de circulación en carreteras y autopistas, lo que produce un ahorro energético y además una mejora en la seguridad vial.

Los accesorios exteriores pueden aumentar la resistencia del vehículo al aire, y por ello es notable el incremento en el consumo de combustible en carreteras. Además no se recomienda transportar objetos en el exterior del vehículo, salvo el caso que sea estrictamente necesario.

Para conseguir una sensación de bienestar en el automóvil, se aconseja mantener la temperatura interior del habitáculo dentro de la temperatura de 23°C o 24°C.

Al conducir con las ventanas bajadas provoca una mayor resistencia al movimiento del vehículo y por lo tanto mayor esfuerzo del motor y por ende mayor consumo. Lo más recomendable para ventilar el habitáculo es utilizar de manera adecuada los dispositivos de ventilación de aire del vehículo. (IDEA, 2006).

Otro aspecto importante es el peso total transportado en el vehículo, como pueden ser: el peso de sus pasajeros, maletas y demás accesorios que influyen directamente sobre el consumo de manera apreciable, sobre todo en los arranques y periodos de aceleración. Una mala distribución de la carga afecta a la seguridad y aumenta los gastos por mantenimiento y reparaciones innecesarias.

Una baja presión de inflado de los neumáticos disminuye su vida útil y reduce la seguridad en la conducción del vehículo, este además aumenta de forma significativa el consumo del combustible.

El empleo de los aceites sintéticos especificados por los fabricantes, reduce significativamente el consumo de combustible, con respecto a los aceites minerales convencionales y sobre todo con el motor funcionando en frío estos alargan la vida útil de los motores.

### **3.4 PRUEBAS CON MÉTODO DE CONDUCCIÓN EFICIENTE**

Una vez dado a conocer la guía de conducción tanto a instructores como a estudiantes se procede a realizar la toma de nuevas muestras poniendo en práctica los consejos para una conducción eficiente.

Primero se conectan los sensores y equipos de acuerdo al proceso de adquisición de datos planteado anteriormente y se realiza las pruebas con 5 estudiantes y 5 instructores, En la tabla 43 se muestra una nueva nomenclatura para las pruebas realizadas.

*Tabla 43. Simbología para Conducción Eficiente. Fuente: Los Autores.*

| <b>SIMBOLOGÍA</b> | <b>DESCRIPCIÓN</b>                |
|-------------------|-----------------------------------|
| <b>R1</b>         | Ruta 1                            |
| <b>CEI</b>        | Conducción Eficiente Instructores |
| <b>CEE</b>        | Conducción Eficiente Estudiantes  |

En la tabla 44 se muestran los valores de muestras obtenidas en cada etapa, junto con su consumo. Estas muestras corresponden al manejo aplicando las normas de conducción eficiente, estas pertenecen a los estudiantes e instructores a las cuales se designa su nomenclatura de acuerdo a la tabla 43.

*Tabla 44. Datos de Conducción Eficiente. Fuente: Los Autores.*

| <b>PRUEBAS RUTA 1</b> |               |                |                |                |                |                |                                    |
|-----------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------------------------|
| <b># PRUEBA</b>       | <b>#DATOS</b> |                |                |                |                |                | <b>CONSUMO</b>                     |
|                       | <b>TOTAL</b>  | <b>ETAPA 1</b> | <b>ETAPA 2</b> | <b>ETAPA 3</b> | <b>ETAPA 4</b> | <b>ETAPA 5</b> | <b>Consumo de combustible (ml)</b> |
| <b>R1_CEE_1</b>       | 14504         | 1705           | 3588           | 3891           | 3632           | 1688           | 2300                               |
| <b>R1_CEE_2</b>       | 14527         | 1261           | 3143           | 3900           | 4575           | 1648           | 2400                               |
| <b>R1_CEE_3</b>       | 13637         | 1227           | 3276           | 4076           | 3590           | 1468           | 2100                               |
| <b>R1_CEE_4</b>       | 14474         | 1280           | 4520           | 4129           | 3144           | 1401           | 2298                               |
| <b>R1_CEE_5</b>       | 15213         | 1321           | 4524           | 4571           | 3292           | 1505           | 2404                               |
| <b>R1_CEI_1</b>       | 13092         | 1277           | 2956           | 3801           | 3471           | 1587           | 2100                               |
| <b>R1_CEI_2</b>       | 11693         | 1285           | 2796           | 2956           | 3216           | 1440           | 1900                               |
| <b>R1_CEI_3</b>       | 11089         | 1257           | 2628           | 2446           | 3262           | 1496           | 1814                               |
| <b>R1_CEI_4</b>       | 9960          | 1171           | 1855           | 2591           | 2970           | 1373           | 1652                               |
| <b>R1_CEI_5</b>       | 12432         | 1321           | 2523           | 3063           | 3507           | 2018           | 2006                               |

Con los datos obtenidos se realiza el análisis estadístico de las muestras tomadas, en la tabla 45, 46, 47 y 48 se muestran los valores estadísticos obtenidos correspondiente al los sensores TPS y MAP en la primera Etapa, tanto para estudiantes como instructores estos valores son posteriormente comparados con las muestras de conducción actual del Sindicato de Choferes de Baños para determinar el efecto de una conducción eficiente.

Tabla 45. Valores Estadísticos Conducción Eficiente TPS Etapa 1 Instructores.

Fuente: Los Autores.

|                      | MUESTRA  |          |          |          |          |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                      | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        |
| <b>ASIMETRÍA</b>     | 0.88     | 1.41     | 1.09     | 0.83     | 0.69     |
| <b>KURTOSIS</b>      | 2.39     | 4.25     | 2.77     | 2.18     | 1.86     |
| <b>MÁXIMO</b>        | 39.32    | 46.86    | 35.69    | 35.16    | 49.85    |
| <b>MÍNIMO</b>        | -6.55    | -7.16    | -5.26    | -2.31    | -4.74    |
| <b>RMS</b>           | 11.91    | 10.24    | 10.91    | 12.34    | 14.61    |
| <b>FACTOR CRESTA</b> | 3.30     | 4.58     | 3.27     | 2.85     | 3.41     |
| <b>MEAN</b>          | 7.15     | 5.64     | 6.20     | 7.43     | 8.95     |
| <b>D. ESTÁNDAR</b>   | 9.53     | 8.55     | 8.98     | 9.86     | 11.55    |
| <b>VARIANZA</b>      | 90.73    | 73.14    | 80.63    | 97.22    | 133.48   |
| <b>MEDIANA</b>       | 0.15     | 0.16     | 0.10     | -0.01    | -0.11    |
| <b>M. RECORTADA</b>  | 7.15     | 5.64     | 6.20     | 7.43     | 8.95     |
| <b>MODA</b>          | 0.10     | 0.13     | -0.14    | -0.25    | -0.10    |
| <b># PICOS</b>       | 316      | 348      | 267      | 203      | 185      |
| <b>ENERGÍA</b>       | 83273893 | 52584412 | 60647817 | 75617420 | 13962831 |
| <b>POTENCIA</b>      | 65211    | 40922    | 48248    | 64575    | 105699   |

Tabla 46. Valores Estadísticos Conducción Eficiente MAP Etapa 1 Instructores.

Fuente: Los Autores.

|                      | MUESTRA  |         |          |          |           |
|----------------------|----------|---------|----------|----------|-----------|
|                      | 1        | 2       | 3        | 4        | 5         |
| <b>ASIMETRÍA</b>     | 1.88     | 2.37    | 1.63     | 1.32     | 1.22      |
| <b>KURTOSIS</b>      | 6.76     | 9.24    | 4.89     | 3.9      | 3.38      |
| <b>MÁXIMO</b>        | 22.01    | 23.05   | 22.23    | 19.93    | 21.61     |
| <b>MÍNIMO</b>        | -1.48    | -1.40   | -1.30    | -0.56    | -0.92     |
| <b>RMS</b>           | 4.96     | 4.51    | 4.83     | 5.41     | 6.48      |
| <b>FACTOR CRESTA</b> | 4.43     | 5.10    | 4.59     | 3.68     | 3.33      |
| <b>MEAN</b>          | 2.68     | 2.22    | 2.55     | 3.07     | 3.71      |
| <b>D. ESTÁNDAR</b>   | 4.17     | 3.93    | 4.11     | 4.45     | 5.31      |
| <b>VARIANZA</b>      | 17.45    | 15.50   | 16.90    | 19.86    | 28.28     |
| <b>MEDIANA</b>       | 0.03     | 0.03    | 0.02     | -0.00    | -0.02     |
| <b>M. RECORTADA</b>  | 2.68     | 2.22    | 2.55     | 3.07     | 3.71      |
| <b>MODA</b>          | 0.04     | -0.05   | -0.01    | -0.04    | -0.13     |
| <b># PICOS</b>       | 285      | 323     | 249      | 188      | 140       |
| <b>ENERGÍA</b>       | 11791009 | 8137828 | 10281289 | 12924787 | 24043292  |
| <b>POTENCIA</b>      | 9233.367 | 6332    | 8179.228 | 11037    | 18200.827 |

Tabla 47. Valores Estadísticos Conducción Eficiente TPS Etapa 1 Estudiantes.  
Fuente: Los Autores.

|                      | MUESTRA   |          |          |           |          |
|----------------------|-----------|----------|----------|-----------|----------|
|                      | 1         | 2        | 3        | 4         | 5        |
| <b>ASIMETRÍA</b>     | 1.71      | 1.21     | 1.37     | 0.70      | 0.82     |
| <b>KURTOSIS</b>      | 5.80      | 2.92     | 3.92     | 1.81      | 2.27     |
| <b>MÁXIMO</b>        | 70.71     | 41.53    | 69.00    | 35.74     | 40.29    |
| <b>MÍNIMO</b>        | -7.64     | -0.34    | -7.39    | -7.62     | -7.18    |
| <b>RMS</b>           | 12.09     | 12.99    | 14.76    | 13.95     | 12.92    |
| <b>FACTOR CRESTA</b> | 5.85      | 3.20     | 4.67     | 2.56      | 3.12     |
| <b>MEAN</b>          | 6.19      | 7.11     | 7.84     | 8.62      | 7.87     |
| <b>D. ESTÁNDAR</b>   | 10.38     | 10.88    | 12.51    | 10.98     | 10.25    |
| <b>VARIANZA</b>      | 107.76    | 118.31   | 156.53   | 120.46    | 104.99   |
| <b>MEDIANA</b>       | 0.18      | 0.24     | 0.15     | 0.12      | 0.13     |
| <b>M. RECORTADA</b>  | 6.19      | 7.11     | 7.84     | 8.62      | 7.87     |
| <b>MODA</b>          | -0.20     | 0.29     | -0.14    | -0.03     | -0.30    |
| <b># PICOS</b>       | 487       | 372      | 332      | 288       | 326      |
| <b>ENERGÍA</b>       | 111455035 | 80406538 | 92640931 | 121828765 | 10817771 |
| <b>POTENCIA</b>      | 65370     | 63764    | 75502    | 95179     | 81891    |

Tabla 48. Valores Estadísticos Conducción Eficiente MAP Etapa 1 Estudiantes.  
Fuente: Los Autores.

|                      | MUESTRA  |          |          |          |          |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                      | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        |
| <b>ASIMETRÍA</b>     | 2.97     | 1.59     | 2.07     | 1.13     | 1.69     |
| <b>KURTOSIS</b>      | 16.04    | 4.42     | 8.04     | 3.10     | 5.64     |
| <b>MÁXIMO</b>        | 50.04    | 26.31    | 50.52    | 21.57    | 23.29    |
| <b>MÍNIMO</b>        | -1.53    | -0.08    | -1.67    | -1.69    | -1.50    |
| <b>RMS</b>           | 5.91     | 6.38     | 8.01     | 6.32     | 5.88     |
| <b>FACTOR CRESTA</b> | 8.46     | 4.12     | 6.30     | 3.41     | 3.96     |
| <b>MEAN</b>          | 2.65     | 3.26     | 3.94     | 3.69     | 3.26     |
| <b>D. ESTÁNDAR</b>   | 5.28     | 5.49     | 6.98     | 5.13     | 4.90     |
| <b>VARIANZA</b>      | 27.92    | 30.15    | 48.71    | 26.35    | 24.04    |
| <b>MEDIANA</b>       | 0.04     | 0.06     | 0.04     | 0.03     | 0.03     |
| <b>M. RECORTADA</b>  | 2.65     | 3.26     | 3.94     | 3.69     | 3.26     |
| <b>MODA</b>          | 0.27     | 0.05     | 0.16     | 0.06     | -0.14    |
| <b># PICOS</b>       | 474      | 355      | 317      | 266      | 286      |
| <b>ENERGÍA</b>       | 20483545 | 16862061 | 23407357 | 22264790 | 18501207 |
| <b>POTENCIA</b>      | 12014    | 13372    | 19077    | 17394    | 14005    |

Para tener una mejor apreciación de los resultados se realiza un análisis gráfico donde se muestra los valores de máximos, mínimos y promedios de los sensores MAP y TPS, en la figura 50 se muestran las gráficas estadísticas pertenecientes a la etapa 1 realizada por los instructores.

En la primera gráfica de Máximos TPS (A) se tiene que los valores están entre 35 y 50%, los Mínimos TPS (B) están entre 1 y 2.4% y en los Promedios TPS (C) se tiene entre 5 y 9%, los Máximos MAP (D) los valores están entre 20 y 24 Kpa, los Mínimos MAP (E) están en 0.5 y 1.8 Kpa, los Promedios MAP (F) tiene valores de 2 a 4 Kpa. Aquí se puede verificar que el valor máximo del TPS y MAP no supera el límite.

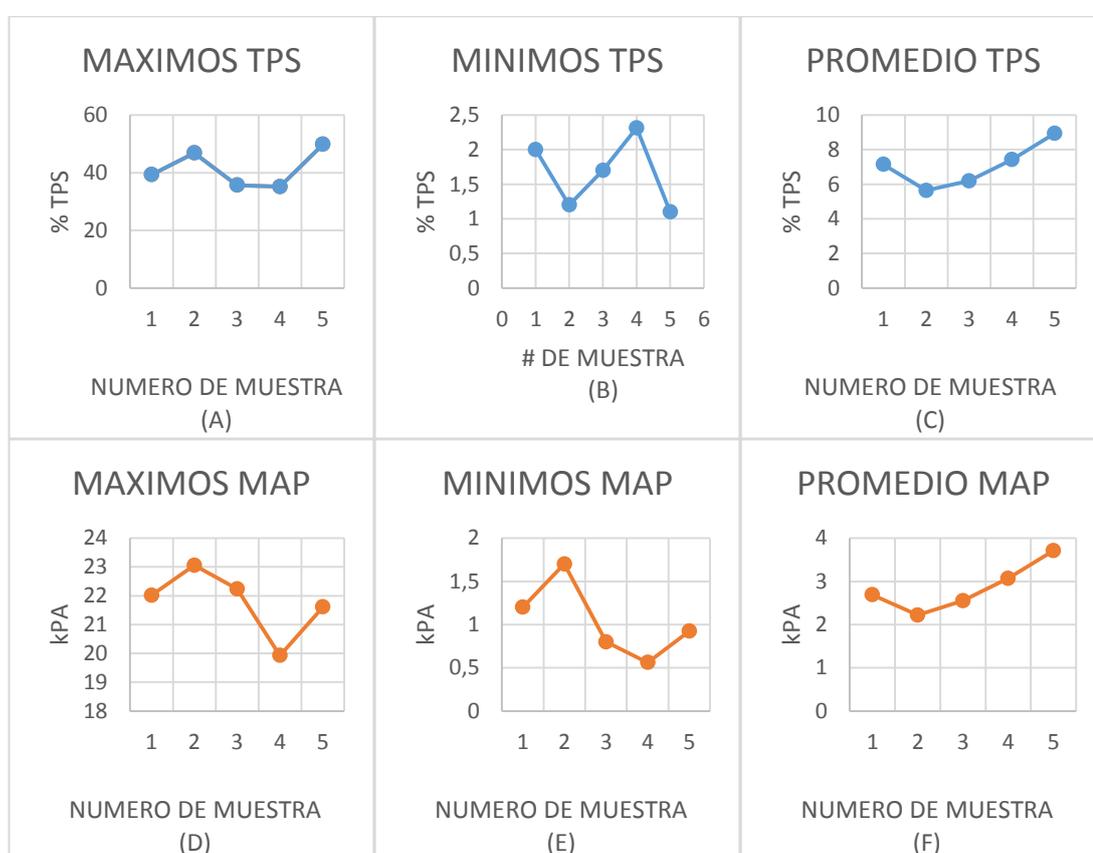


Figura 50. Estadísticas Gráficas Etapa 1 Instructores. Fuente: Los Autores.

En la figura 51 se muestran las gráficas estadísticas perteneciente a la etapa 2 realizada por los instructores. En la gráfica de Máximos TPS (A) se tiene que los valores están entre 40 y 50%, los Mínimos TPS (B) están entre 1.2 y 2.6% y en los Promedios TPS (C) se tiene entre 10 y 14%, los Máximos MAP (D) 22 y 32 Kpa, los Mínimos MAP (E) están en 0.2 y 1.5 Kpa, los Promedios MAP (F) tiene valores de 4 a 7 Kpa. En esta etapa las muestras del sensor TPS no supera el límite planteado,

mientras que el sensor MAP existe 2 muestras que están en 32 Kpa aproximadamente superando el límite de 30 Kpa establecido.

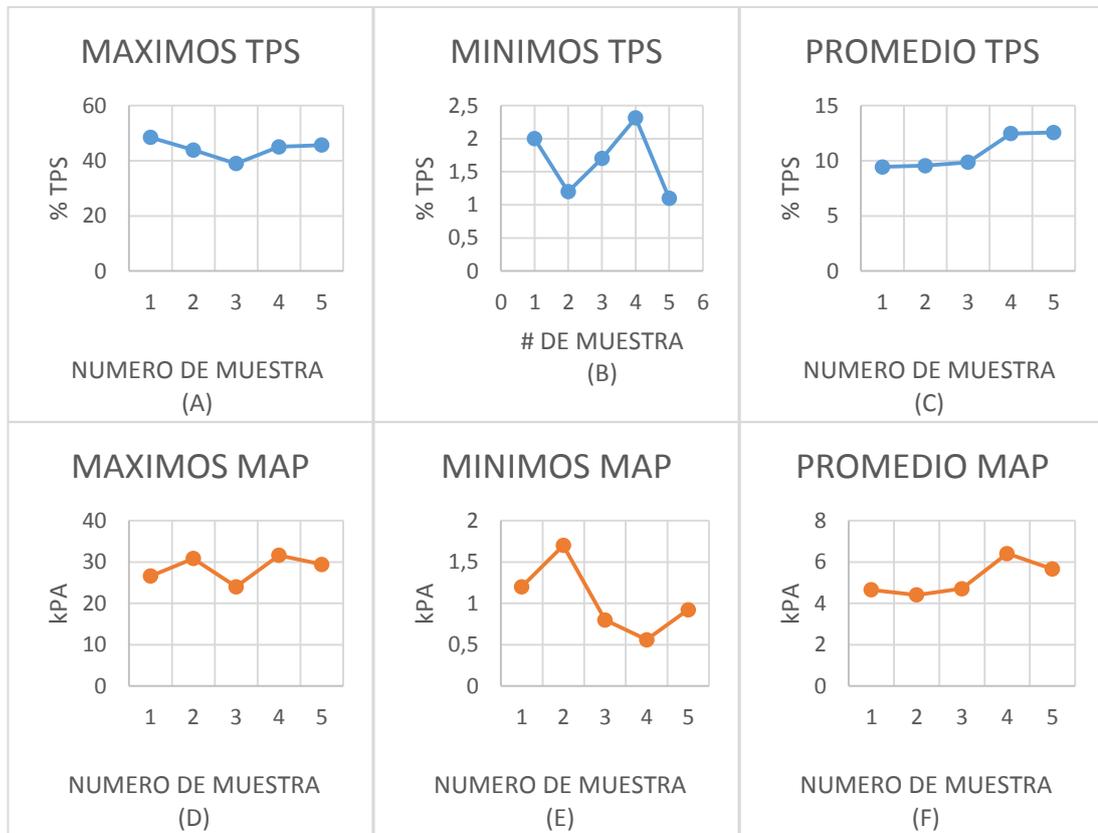


Figura 51. Estadísticas Graficas Etapa 2 Instructores. Fuente: Los Autores.

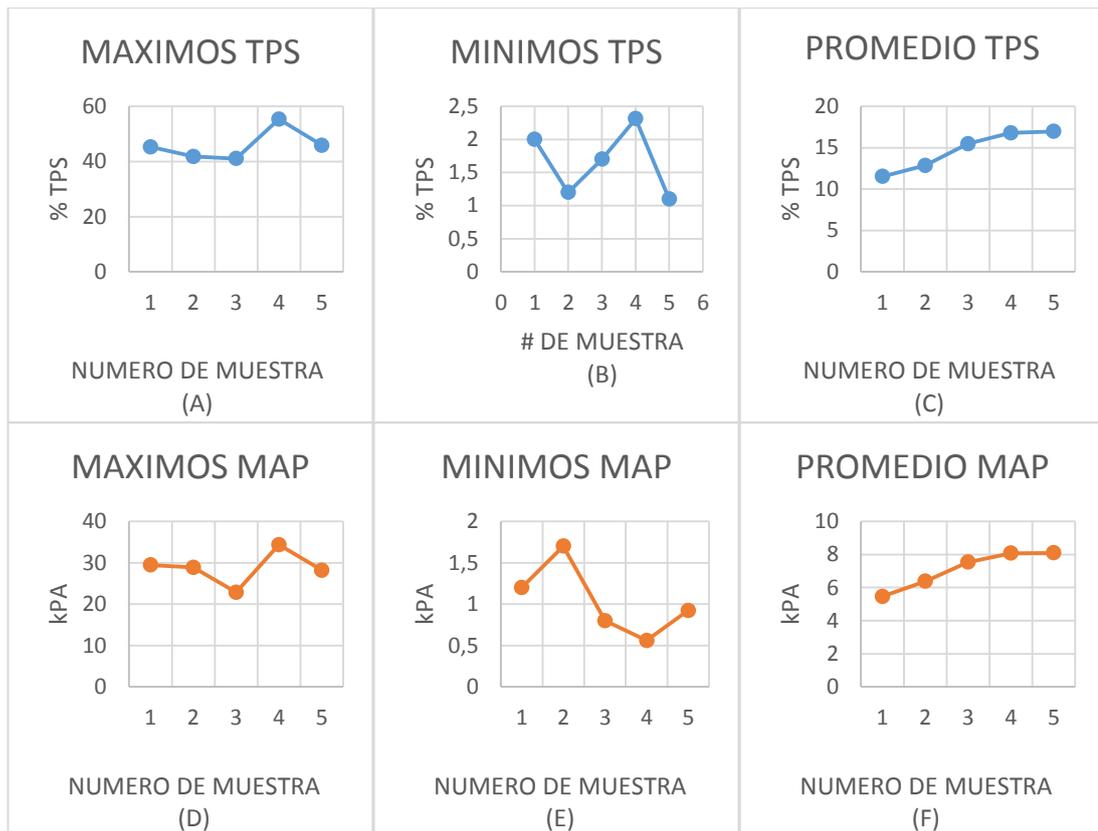


Figura 52. Estadísticas Graficas Etapa 3 Instructores. Fuente: Los Autores.

En la figura 52 se muestran las gráficas estadísticas perteneciente a la etapa 3 realizada por los instructores. En la gráfica de Máximos TPS (A) se tiene que los valores están entre 40 y 56%, los Mínimos TPS (B) están entre 0.5 y 2% y en los Promedios TPS (C) se tiene entre 12 y 17%, los Máximos MAP (D) los valores están entre 22 y 35 Kpa, los Mínimos MAP (E) están en 0.2 y 1.5 Kpa, los Promedios MAP (F) tiene valores de 5 a 8 Kpa. En la muestra 4 se supera el límite planteado tanto para el sensor TPS y MAP.

En la figura 53 se muestran las gráficas estadísticas perteneciente a la etapa 4 realizada por los instructores. En la gráfica de Máximos TPS (A) se tiene que los valores están entre 48 y 148%, los Mínimos TPS (B) están entre 0.5 y 2% y en los Promedios TPS (C) se tiene entre 22 y 27%, los Máximos MAP (D) los valores están entre 30 y 100 Kpa, los Mínimos MAP (E) están en 0.2 y 1.5 Kpa, los Promedios MAP (F) tiene valores de 11.5 a 13 Kpa. En la muestra 3 el valor supera exageradamente el límite por lo que se concluye que este valor no es válido para el análisis.

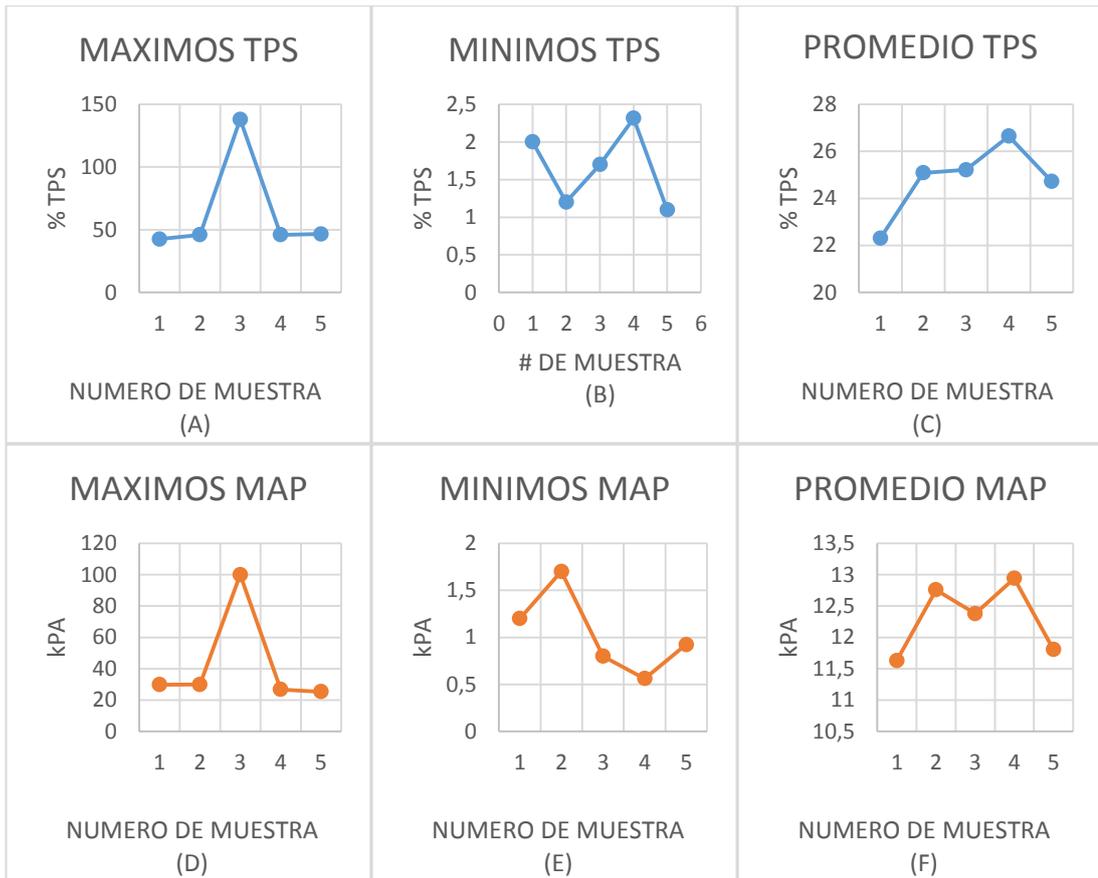


Figura 53. Estadísticas Gráficas Etapa 4 Instructores. Fuente: Los Autores.

En la figura 54 se muestran las gráficas estadísticas perteneciente a la etapa 5 realizada por los instructores. En la gráfica de Máximos TPS (A) se tiene que los valores están entre 38 y 70%, los Mínimos TPS (B) están entre 0.5 y 2% y en los Promedios TPS (C) se tiene entre 15 y 25%, los Máximos MAP (D) los valores están entre 20 y 45 Kpa, los Mínimos MAP (E) están en 0.2 y 1.5 Kpa, los Promedios MAP (F) tiene valores de 9 a 12 Kpa. En la muestra 4 y 5 el valor supera el límite planteado tanto para el sensor TPS como MAP.

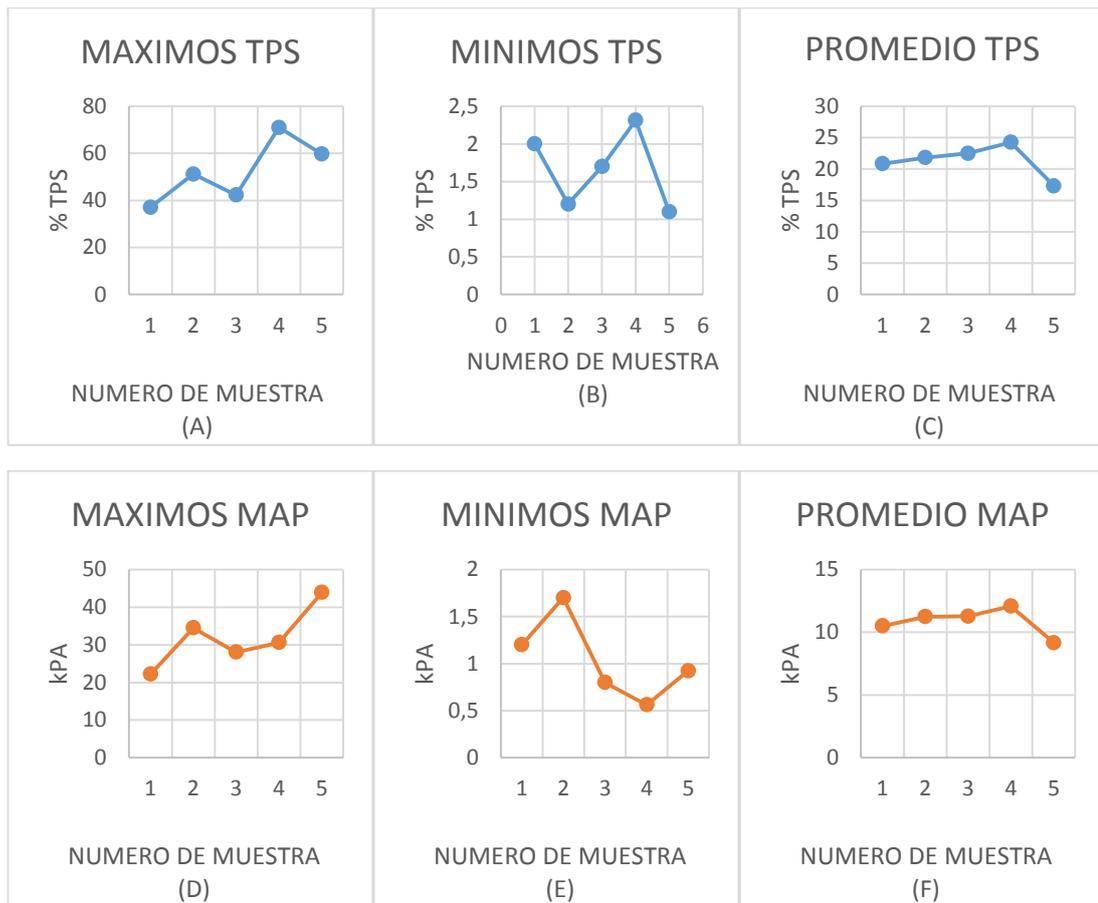


Figura 54. Estadísticas Graficas Etapa 5 Instructores. Fuente: Los Autores.

A continuación se muestran los valores de máximos, mínimos y promedios de los sensores MAP y TPS pertenecientes a las etapa 1, 2, 3, 4 y 5 realizada por los estudiantes. En la figura 55 se muestra la gráfica de Máximos TPS (A) se tiene que los valores están entre 38 y 70%, los Mínimos TPS (B) están entre 0.5 y 2% y en los Promedios TPS (C) se tiene entre 6 y 9%, los Máximos MAP (D) los valores están entre 20 y 50 Kpa, los Mínimos MAP (E) están en 0.2 y 1.5 Kpa, los Promedios MAP (F) tiene valores de 2.5 a 4 Kpa. En la muestra 1 y 3 el valor supera el límite planteado tanto para el sensor TPS como MAP.

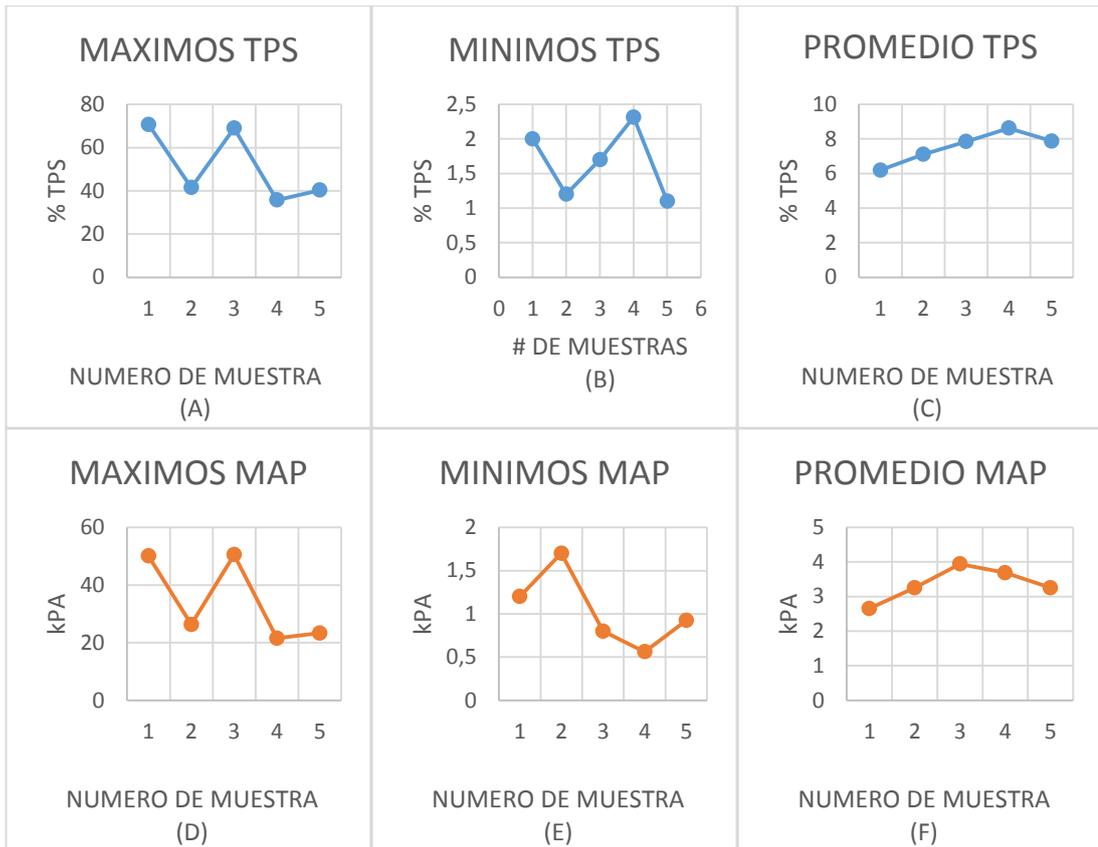


Figura 55. Estadísticas Graficas Etapa 1 Estudiantes. Fuente: Los Autores.

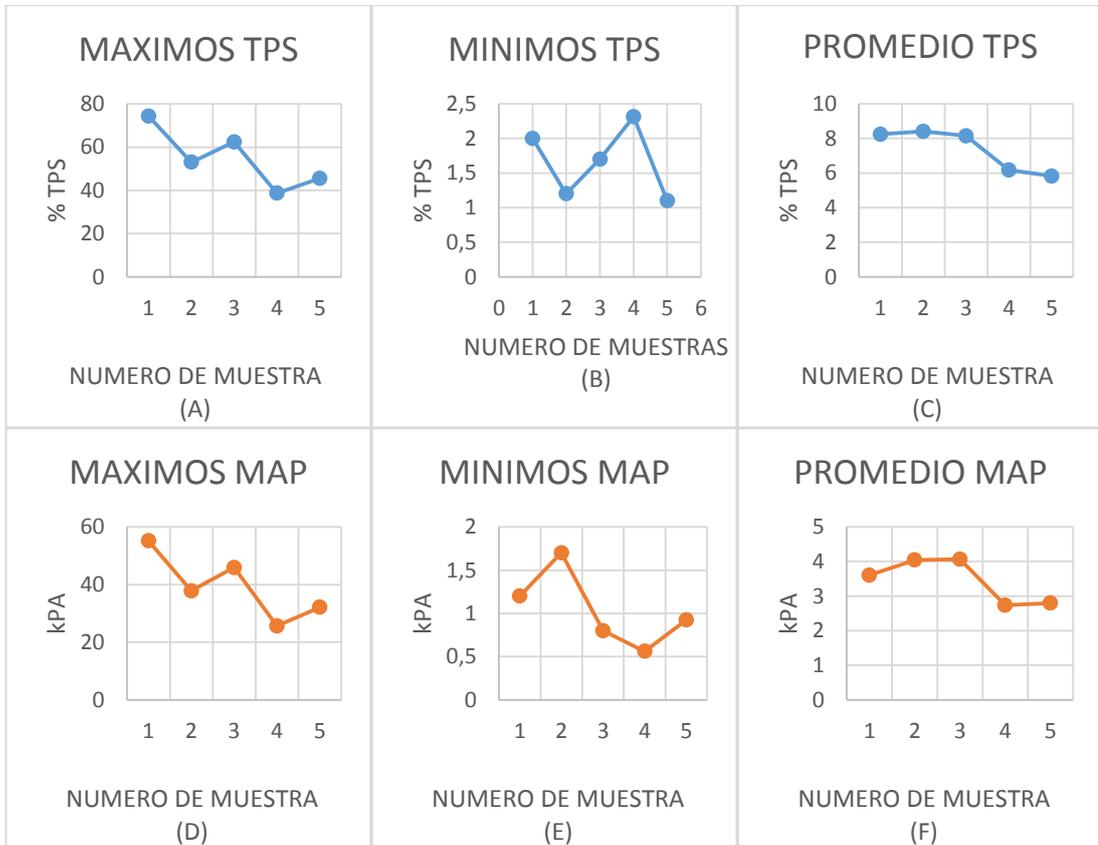


Figura 56. Estadísticas Graficas Etapa 2 Estudiantes. Fuente: Los Autores.

En la figura 56 se muestra la gráfica de Máximos TPS (A) donde se tiene que los valores están entre 40 y 78%, los Mínimos TPS (B) están entre 0.5 y 2% y en los Promedios TPS (C) se tiene entre 5.6 y 9%, los Máximos MAP (D) los valores están entre 25 y 55 Kpa, los Mínimos MAP (E) están en 0.2 y 1.5 Kpa, los Promedios MAP (F) tiene valores de 2.5 a 4 Kpa. En esta etapa las muestras del sensor TPS existe 2 muestras que superan el límite planteado, esto sucede igual en el sensor MAP. El valor de estas muestras se debe a un mal manejo, pero más adelante se analiza las muestras de conducción eficiente con las muestras actuales, donde se determina se hay mejorías en el tratamiento.

En la figura 57 se muestran las gráficas estadísticas perteneciente a la etapa 3 realizada por los estudiantes. En la gráfica de Máximos TPS (A) se tiene que los valores están entre 48 y 83%, los Mínimos TPS (B) están entre 0.5 y 2% y en los Promedios TPS (C) se tiene entre 9 y 15%, los Máximos MAP (D) los valores están entre 30 y 55 Kpa, los Mínimos MAP (E) están en 0.2 y 1.5 Kpa, los Promedios MAP (F) tiene valores de 5 a 7 Kpa. En la figura 55 se tiene que todas las muestras del sensor MAP superan el límite de 30 Kpa, alcanzando valores hasta de 55 Kpa.

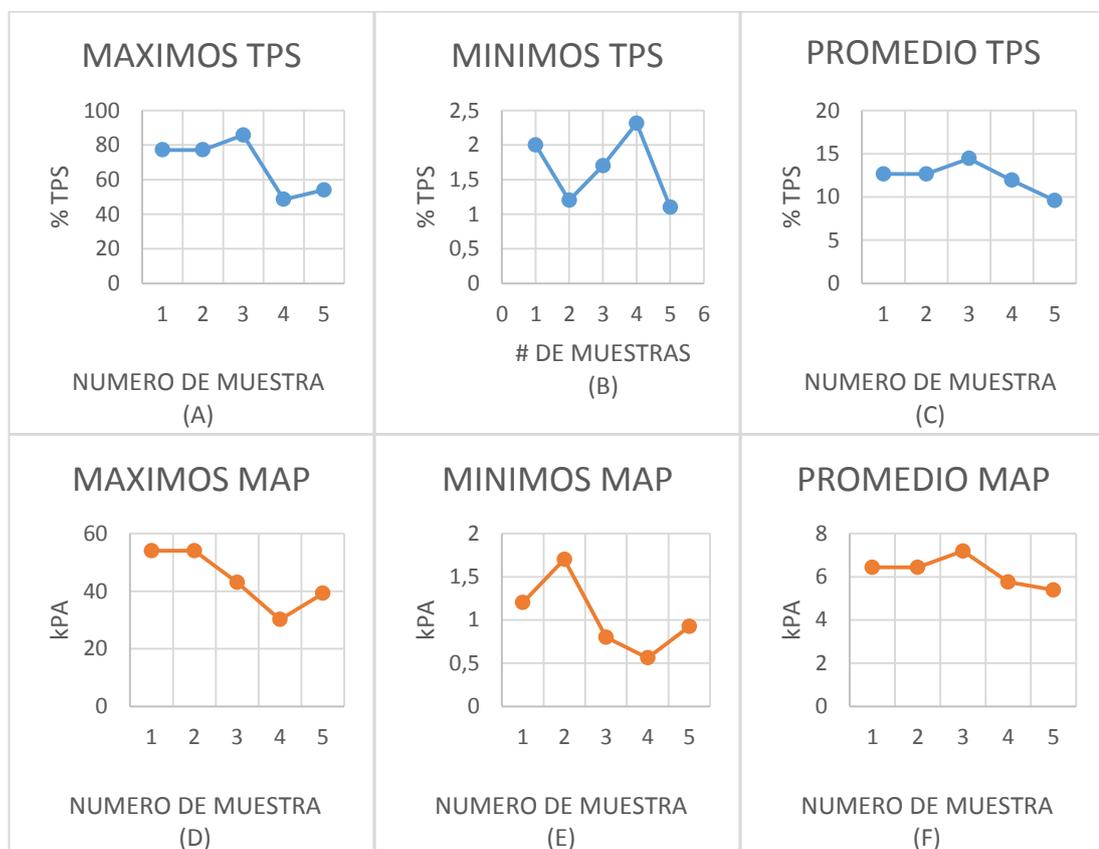


Figura 57. Estadísticas Graficas Etapa 3 Estudiantes. Fuente: Los Autores.

En la figura 58 se muestran las gráficas estadísticas perteneciente a la etapa 4 realizada por los estudiantes. En la gráfica de Máximos TPS (A) se tiene que los valores están entre 45 y 80%, los Mínimos TPS (B) están entre 0.5 y 2% y en los Promedios TPS (C) se tiene entre 16 y 25%, los Máximos MAP (D) los valores están entre 30 y 60 Kpa, los Mínimos MAP (E) están en 0.2 y 1.5 Kpa, los Promedios MAP (F) tiene valores de 8 a 13 Kpa. En la figura 58 se tiene 3 muestras del sensor MAP superan el límite de 30 Kpa, alcanzando valores hasta de 60 Kpa.

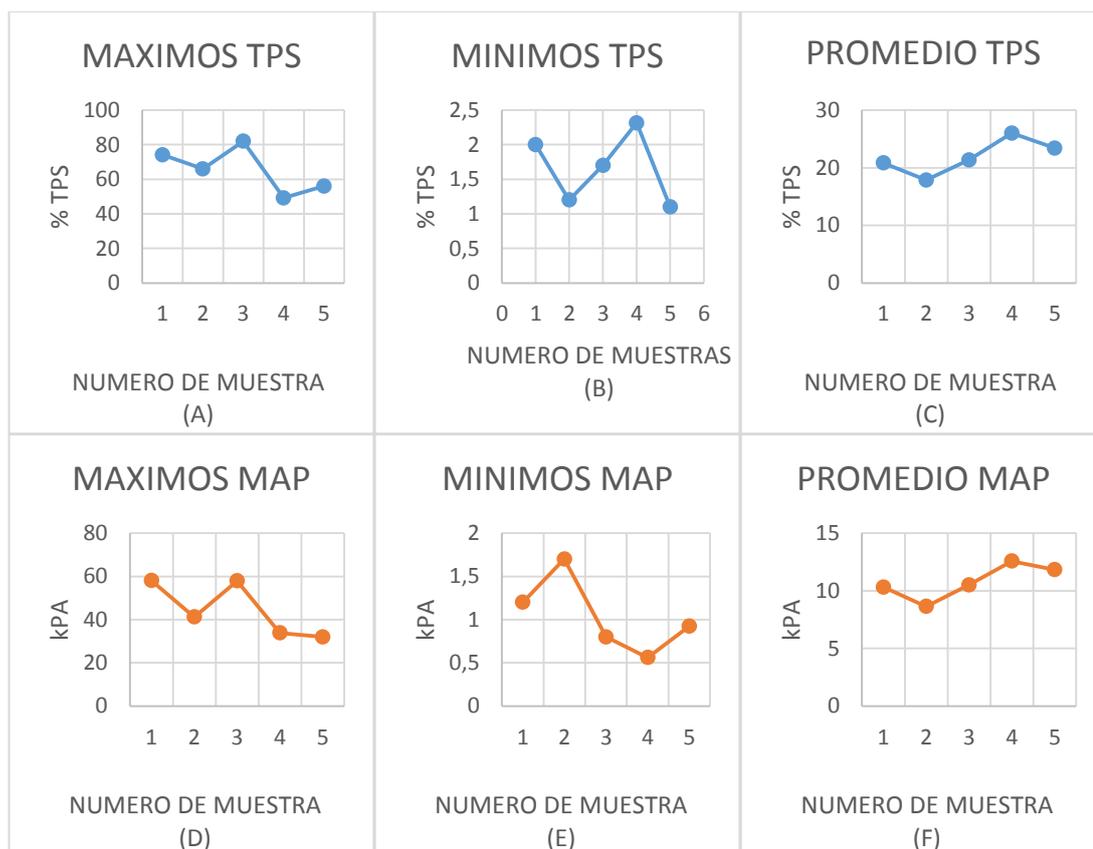


Figura 58. Estadísticas Gráficas Etapa 4 Estudiantes. Fuente: Los Autores.

En la figura 59 se muestran las gráficas estadísticas perteneciente a la etapa 5 realizada por los estudiantes. En la gráfica de Máximos TPS (A) se tiene que los valores están entre 40 y 60%, los Mínimos TPS (B) están entre 0.5 y 2% y en los Promedios TPS (C) se tiene entre 19 y 24%, los Máximos MAP (D) los valores están entre 25 y 45 Kpa, los Mínimos MAP (E) se tiene valores de 0.2 y 1.5 Kpa, los Promedios MAP (F) tiene valores de 9.5 a 11.7 Kpa. En la figura 59 se aprecia que las muestras 1, 2 y 3 pertenecientes al sensor TPS y MAP superan el límite planteado.

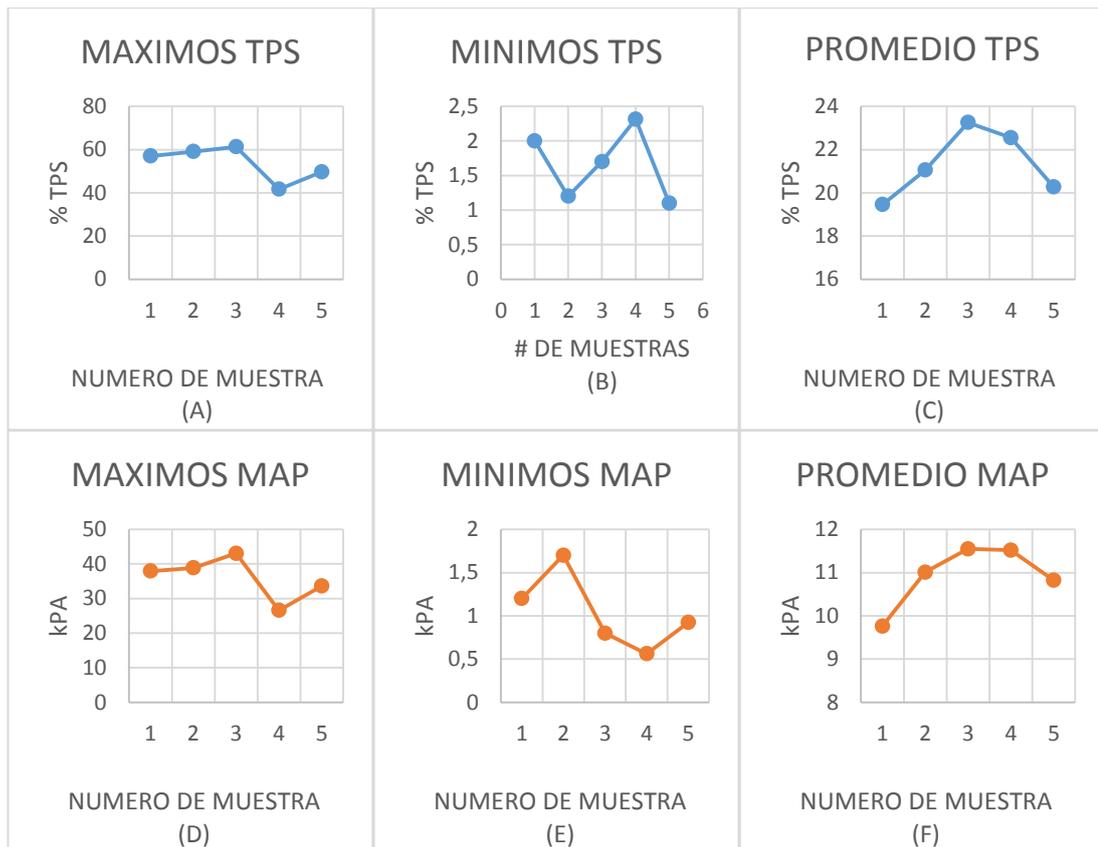
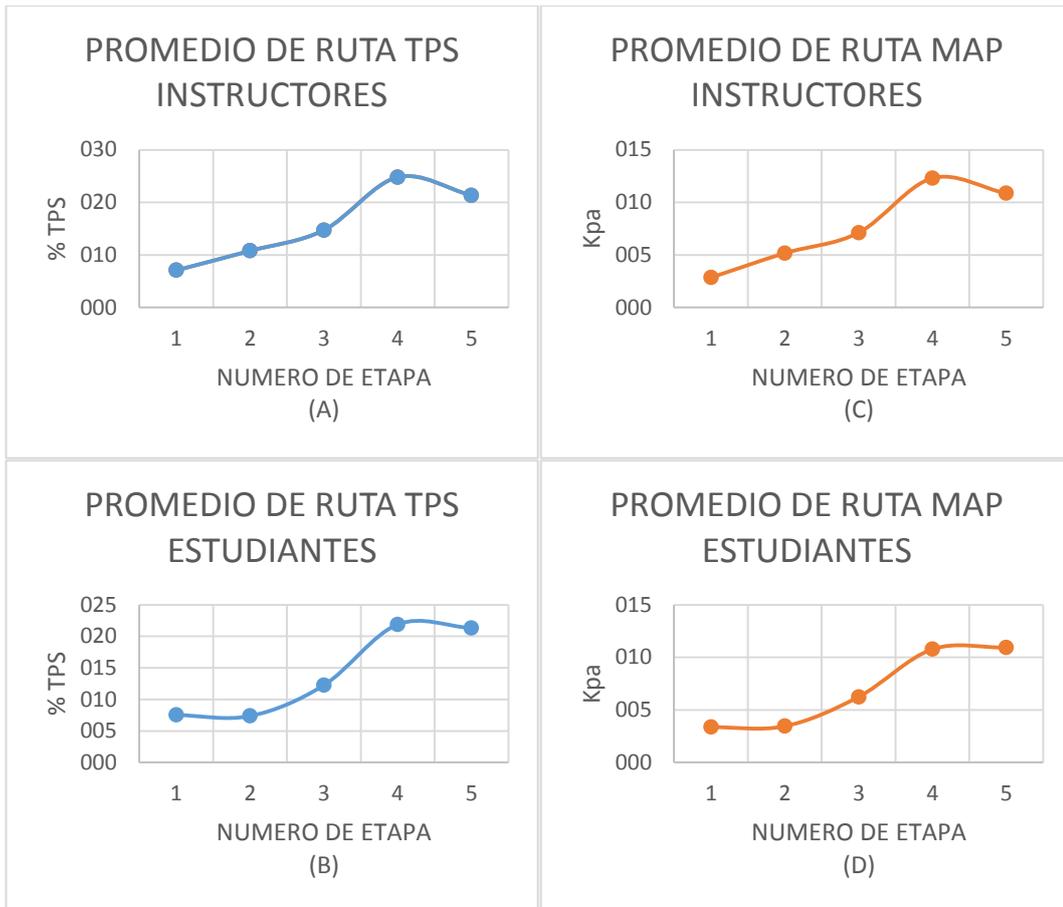


Figura 59. Estadísticas Graficas Etapa 5 Estudiantes. Fuente: Los Autores.

Las muestras realizadas por los estudiantes muestran una disminución del uso del acelerador después de aplicar la guía de conducción eficiente, pero los valores aun no alcanzan una perfecta conducción.

Para poder tener una mejor apreciación se obtiene las gráficas estadísticas correspondiente al promedio de la ruta planteada, en este análisis se tiene que los valores del TPS alcanzan valores hasta 25%, tanto para instructores como estudiantes. El sensor MAP muestra un promedio de 13 Kpa para instructores y 11 Kpa para estudiantes, lo cual indica una mejora al método de conducción actual del Sindicato de Choferes de Baños.

En la figura 60 (A) los valores Promedios del sensor TPS están entre 5 a 25 % y los promedios (B) del sensor MAP tiene valores de 3 a 12 Kpa, el Promedio de ruta del sensor TPS (C) para estudiantes esta entre los valores de 5 a 23 % y para el sensor MAP (D) se tiene valores de 3 a 13 Kpa.



*Figura 60. Promedio de estadísticas Ruta 1 Conducción Eficiente.  
Fuente: Los Autores.*

Finalmente se obtiene una tabla con los valores promedio correspondiente a cada etapa realizada por alumnos e instructores. En la tabla 49 puede apreciar que los máximos del sensor TPS no superan el límite planteado en las etapas 1, 2 y 3, mientras que en la etapa 4 y 5 la variación es de 14% aproximadamente.

Los valores de esta tabla son analizados en el siguiente capítulo de forma comparativa en el método de conducción actual y el método de conducción eficiente.

*Tabla 49. Valores Promedio TPS y MAP Conducción Eficiente.  
Fuente: Los Autores.*

|                |          | <b>INSTRUCTORES</b> |       | <b>ESTUDIANTES</b> |       |
|----------------|----------|---------------------|-------|--------------------|-------|
|                |          | TPS                 | MAP   | TPS                | MAP   |
| <b>ETAPA 1</b> | MÁXIMO   | 41.38               | 21.77 | 51.45              | 34.35 |
|                | MÍNIMO   | 5.20                | 1.14  | 6.03               | 1.29  |
|                | PROMEDIO | 7.07                | 2.85  | 7.53               | 3.36  |
| <b>ETAPA 2</b> | MÁXIMO   | 44.42               | 28.49 | 54.80              | 39.33 |
|                | MÍNIMO   | 3.64                | 1.28  | 7.01               | 1.81  |
|                | PROMEDIO | 10.78               | 5.17  | 7.36               | 3.45  |
| <b>ETAPA 3</b> | MÁXIMO   | 45.86               | 28.74 | 68.53              | 44.08 |
|                | MÍNIMO   | 7.82                | 1.58  | 7.13               | 1.94  |
|                | PROMEDIO | 14.72               | 7.11  | 12.25              | 6.24  |
| <b>ETAPA 4</b> | MÁXIMO   | 63.81               | 42.39 | 65.45              | 44.58 |
|                | MÍNIMO   | 6.15                | 1.60  | 5.21               | 1.24  |
|                | PROMEDIO | 24.79               | 12.30 | 21.88              | 10.77 |
| <b>ETAPA 5</b> | MÁXIMO   | 52.26               | 31.85 | 53.74              | 36.03 |
|                | MÍNIMO   | 3.42                | 1.00  | 4.51               | 1.27  |
|                | PROMEDIO | 21.34               | 10.85 | 21.32              | 10.93 |

## 4 CAPITULO IV

### 4.1 RESULTADOS

En este punto se analizan los resultados obtenidos en las pruebas de conducción actual y conducción eficiente, dado que en el planteamiento de conducción eficiente se tiene que el valor del TPS no supere el 50% y 30 Kpa para el sensor MAP, se toman los valores máximos de los promedios obtenidos en cada etapa, como se muestra en la tabla 50.

*Tabla 50. Valores Máximos TPS y MAP. Fuente: Los Autores.*

|         | CA. INSTRUCTORES |       | CA. ESTUDIANTES |       |
|---------|------------------|-------|-----------------|-------|
|         | TPS              | MAP   | TPS             | MAP   |
| ETAPA 1 | 56.3             | 56.2  | 58.25           | 76.16 |
| ETAPA 2 | 59.27            | 83.91 | 62.33           | 77.47 |
| ETAPA 3 | 75.51            | 79.14 | 75.05           | 80.11 |
| ETAPA 4 | 81.94            | 87.08 | 80.89           | 80.6  |
| ETAPA 5 | 67.36            | 87.96 | 72.56           | 78.54 |
|         | CE. INSTRUCTORES |       | CE. ESTUDIANTES |       |
|         | TPS              | MAP   | TPS             | MAP   |
| ETAPA 1 | 41.38            | 21.77 | 51.45           | 34.35 |
| ETAPA 2 | 44.42            | 28.49 | 54.8            | 39.33 |
| ETAPA 3 | 45.86            | 28.74 | 68.53           | 44.08 |
| ETAPA 4 | 63.81            | 42.39 | 65.45           | 44.58 |
| ETAPA 5 | 52.26            | 31.85 | 53.74           | 36.03 |

En la tabla 50 se aprecia los valores del TPS en conducción actual, donde se muestran valores superiores al 50 %, siendo el máximo de 82% en la etapa 4; en la conducción eficiente el valor máximo es de 63%, aunque el valor sobrepasa el valor asignado como conducción eficiente se tiene la reducción del 20% del estado actual de conducción.

De igual forma el TPS en el estado actual de conducción de los estudiantes tiene un valor de 80% y en conducción eficiente 65%, ambos en la etapa 4.

Para tener un mejor aprecio de los resultados obtenidos se presentan las gráficas de los resultados en conducción actual vs conducción eficiente, como se muestra en la figura 61, donde los Máximos TPS (A) se aprecia una reducción de los valores con respecto a la conducción actual de los instructores, en los Máximos TPS (B) para estudiantes se da una conducción eficiente con resultados mínimos; mientras que los Máximos MAP (C) y (D) tanto para instructores como estudiantes se aprecia una disminución considerable en los valores de presión del sensor.

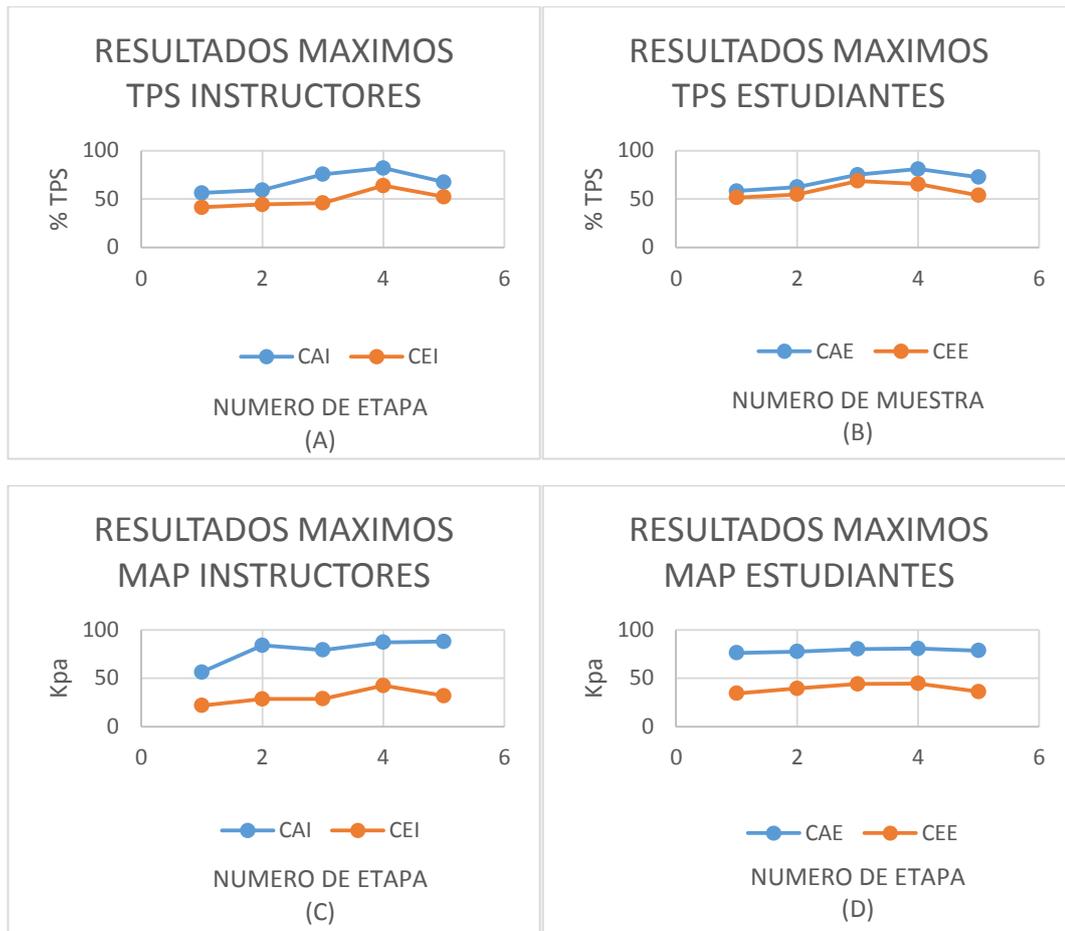


Figura 61. Resultados CA VS CE. Fuente: Los Autores.

## **4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS**

Para realizar la validación de los resultados se ha aplicado la estadística descriptiva para la obtención de datos y la estadística inferencial para la determinación de nulidad o aceptación de las hipótesis.

Un análisis de varianza (ANOVA) prueba la hipótesis en donde las medias de dos o más poblaciones son iguales. Los valores ANOVA evalúan la importancia de uno o más factores al comparar los valores medios de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores. La hipótesis nula establece que todas las medias de la población (medias de los niveles de los factores) son iguales mientras que la hipótesis alternativa establece que al menos una es diferente (H. Gutiérrez, 2010).

Para ejecutar un ANOVA, se debe tener una variable de respuesta continua y que al menos un factor categórico con dos o más niveles de procesamiento. Los análisis ANOVA requieren datos de poblaciones que sigan una distribución aproximadamente normal con varianzas iguales entre los niveles de factores. Si el valor p es menor que el nivel de significancia, entonces se concluye que por lo menos una media de durabilidad es diferente. Para tener una información más detallada sobre las diferencias entre medias específicas, se utiliza un método de comparaciones múltiples como el de Tukey (H. Gutiérrez, 2010).

### **4.2.1 ANOVA PARA MUESTRAS DE CONSUMO**

Se presenta el análisis ANOVA para las muestras de consumo efectuadas en la ruta 2 del Sindicato de Choferes de Baños. En la figura 62, se puede apreciar en la gráfica de Residuo vs. Porcentaje, que los datos siguen la tendencia a una línea recta, lo cual acepta el supuesto de la normalidad de los datos, además el histograma corrobora en su representación una distribución normal de resultados.

En la primera gráfica de Valor Ajustado vs. Residuo, se identifica que los puntos no tienen ningún patrón determinado en forma de embudo o corneta, más bien están distribuidos de manera aleatoria según el Valor Ajustado, por lo que se aprueba el supuesto de varianza constante, indicando además que el error no tiene relación directa con la magnitud de pronóstico.

Se identifica en la gráfica de Orden de observación vs. Residuo, que los puntos no siguen ningún patrón determinado, sino más bien se encuentran de manera aleatoria en torno a la línea de 0, garantizando así la independencia de los residuos, de modo que se acepta el supuesto de independencia de los resultados de la muestra.

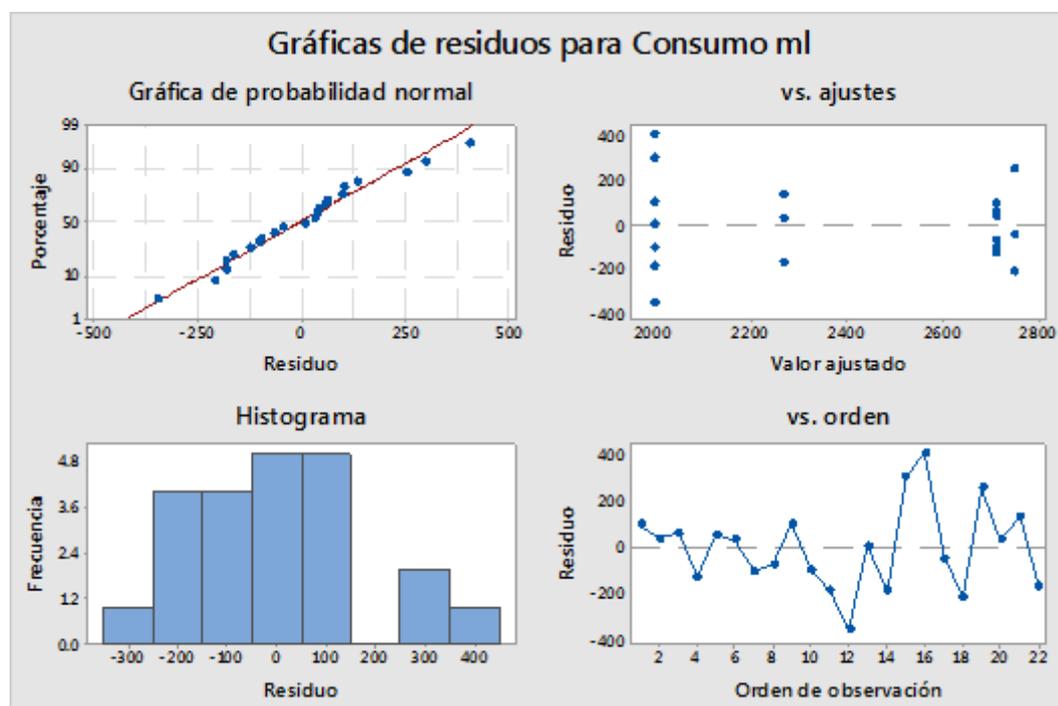


Figura 62. Grafica de residuos para Consumo ml. Fuente: Los Autores.

A continuación se realiza el estudio estadístico para los resultados obtenidos desde la Regresión Lineal Multivariable, mostrados en la tabla 51.

Tabla 51. Resumen de Medias para consumo. Fuente: Los Autores,

|                   | <b>S</b>       | <b>R-cuad.</b> | <b>R-cuad. (ajustado)</b> | <b>R-cuad. (pred)</b> |
|-------------------|----------------|----------------|---------------------------|-----------------------|
|                   | <b>192.928</b> | 78.62%         | 75.06%                    | 67.34%                |
| Medias            |                |                |                           |                       |
| <b>Conducción</b> | <b>N</b>       | <b>Media</b>   | <b>Desv.Est.</b>          | <b>IC de 95%</b>      |
| <b>CAE</b>        | 3              | 2745           | 235                       | (2511; 2979)          |
| <b>CAI</b>        | 8              | 2709.3         | 84.9                      | (2566.0; 2852.6)      |
| <b>CEE</b>        | 3              | 2266.7         | 152.8                     | (2032.7; 2500.7)      |
| <b>CEI</b>        | 8              | 1998.6         | 256.9                     | (1855.3; 2141.9)      |

Desv.Est. agrupada = 192.928

Al observar la tabla 51, se puede determinar que en el análisis de Medias que entrega software MINITAB, el valor de la Desviación Estándar de 192.93 la cual es análoga al rango de error (en ml) que se obtenga en el resultado del cálculo, este tiene un error que es de 19.3% comparado con el valor mínimo de los consumos de carburante,

La gráfica de Cajas presentada en la figura 63, corrobora el valor de la media de los resultados, ya que los datos de las cajas correspondientes a los diferentes consumos en cada ruta realizada se traslapan, tanto para las muestras con estudiantes, así como de instructores. Además se identifica claramente que las cajas y sus bigotes están lejanos unos de otros, aceptando el supuesto de que el valor de sus medias es diferente.

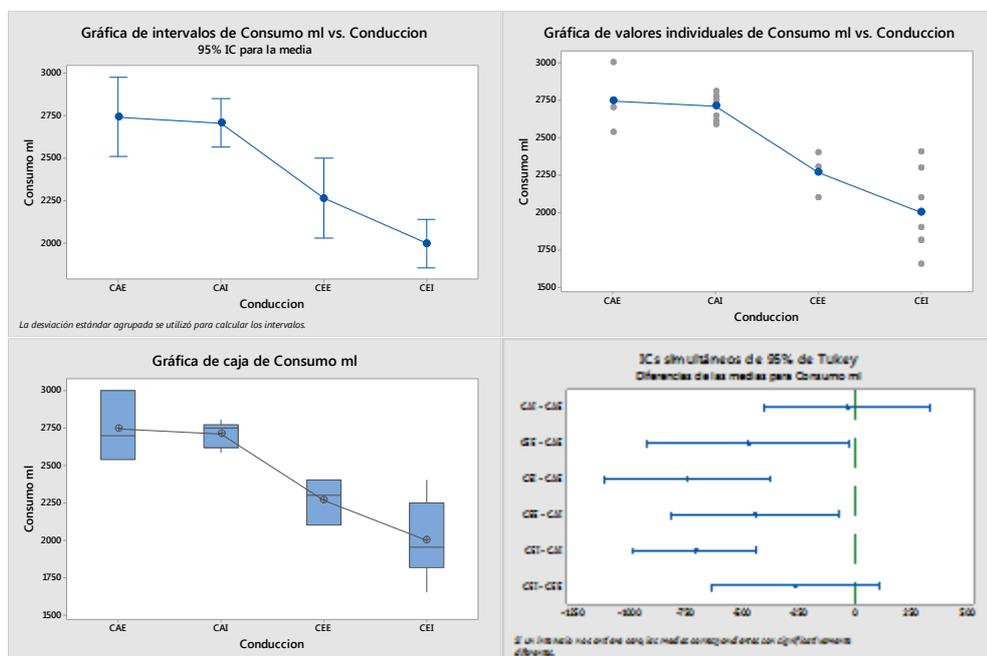


Figura 63. Gráficas de cajas de consumo. Fuente: Los Autores

La gráfica mostrada en la figura 63 de Valores individuales, muestra la dispersión de los resultados alrededor del valor real, es decir que mediante este método de cálculo, el valor obtenido está dentro de este conjunto de datos. En la figura de pruebas simultáneas de Tukey se tiene que todas las medias de los consumos son diferentes.

A continuación se revisa el análisis de pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias, estos valores se visualizan en la figura 64 y se tiene la agrupación A para el consumo actual y B para el consumo eficiente.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

| Conduccion | N | Media  | Agrupación |
|------------|---|--------|------------|
| CAE        | 3 | 2745   | A          |
| CAI        | 8 | 2709,3 | A          |
| CEE        | 3 | 2266,7 | B          |
| CEI        | 8 | 1998,6 | B          |

*Figura 64. Análisis Tukey de Consumo. Fuente: Los Autores*

En la tabla 52 se muestra el análisis de varianza ANOVA donde se tiene un valor p de 0.0, este valor es menor al valor de significancia de 0.05 con este valor se concluye que las medias de los consumos son diferentes.

*Tabla 52. Análisis de Varianza del Consumo. Fuente: Los Autores*

| <b>Fuente</b>     | <b>GL</b> | <b>SC Ajust.</b> | <b>MC Ajust.</b> | <b>Valor F</b> | <b>Valor p</b> |
|-------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| <b>Conducción</b> | 3         | 2464371          | 821457           | 22.07          | 0.000          |
| <b>Error</b>      | 18        | 669981           | 37221            |                |                |
| <b>Total</b>      | 21        | 3134352          |                  |                |                |

#### 4.2.2 ANOVA PARA MÁXIMOS TPS

El análisis ANOVA para los máximos del sensor TPS efectuadas en la ruta 2 del Sindicato de Choferes de Baños. En la figura 65, se puede apreciar en la gráfica de Residuo vs. Porcentaje, que los datos siguen la tendencia a una línea recta, lo cual acepta el supuesto de la normalidad de los datos, donde además el histograma corrobora en su representación una distribución normal de resultados.

En la primera gráfica de Valor Ajustado vs. Residuo, se identifica que los puntos no tienen ningún patrón determinado en forma de embudo o corneta, más bien están distribuidos de manera aleatoria según el Valor Ajustado, por lo que se aprueba el supuesto de varianza constante, indicando además que el error no tiene relación directa con la magnitud de pronóstico.

Se identifica en la gráfica de Orden de observación vs. Residuo, que los puntos no siguen ningún patrón determinado, sino más bien se encuentran de manera aleatoria en torno a la línea de 0, garantizando así la independencia de los residuos, de modo que se acepta el supuesto de independencia de los resultados de la muestra.

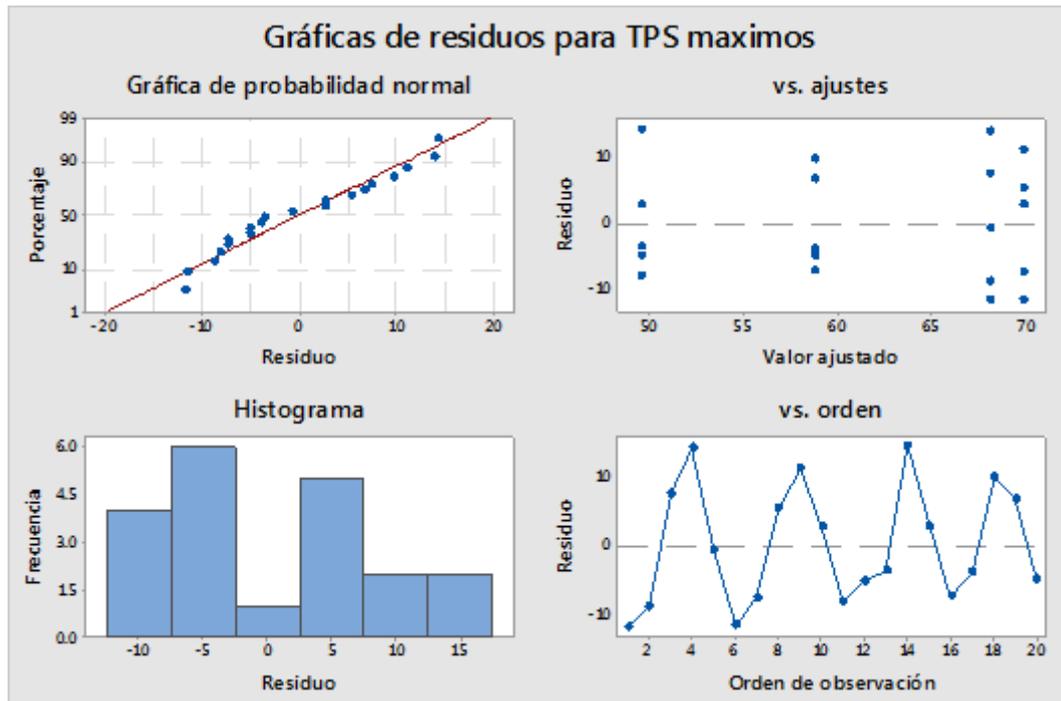


Figura 65. Gráfica de Residuos Máximos TPS. Fuente: Los Autores.

A continuación se realiza el estudio estadístico para los resultados obtenidos desde la Regresión Lineal Multivariable. Al observar la tabla 53, se puede determinar que en el análisis de Medias que entrega software MINITAB, el valor de la Desviación Estándar de 9.23, la cual es análoga al rango de error (en %) que se obtenga en el resultado del cálculo, este tiene un error que es de 0.92% comparado con el valor mínimo de los valores máximos del sensor TPS.

Tabla 53. Resumen de Medias para Máximos TPS. Fuente: Los Autores.

|                              | S       | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|------------------------------|---------|---------|--------------------|----------------|
|                              | 9.23131 | 49.06%  | 39.51%             | 20.40%         |
| <b>Medias</b>                |         |         |                    |                |
| tipo de conducción           | N       | Media   | Desv.Est.          | IC de 95%      |
| CAE                          | 5       | 69.82   | 9.32               | (61.06; 78.57) |
| CAI                          | 5       | 68.08   | 10.77              | (59.32; 76.83) |
| CEE                          | 5       | 58.79   | 7.66               | (50.04; 67.55) |
| CEI                          | 5       | 49.55   | 8.91               | (40.79; 58.30) |
| Desv.Est. agrupada = 9.23131 |         |         |                    |                |

La gráfica de Cajas presentada en la figura 66, corrobora el valor de la media de los resultados, ya que los datos de las cajas correspondientes a los diferentes valores máximos en cada ruta realizada se traslapan, tanto para las muestras con estudiantes, así como de instructores. Además se identifica claramente que las cajas y sus bigotes están lejanos unos de otros, aceptando el supuesto de que el valor de sus medias es diferente.

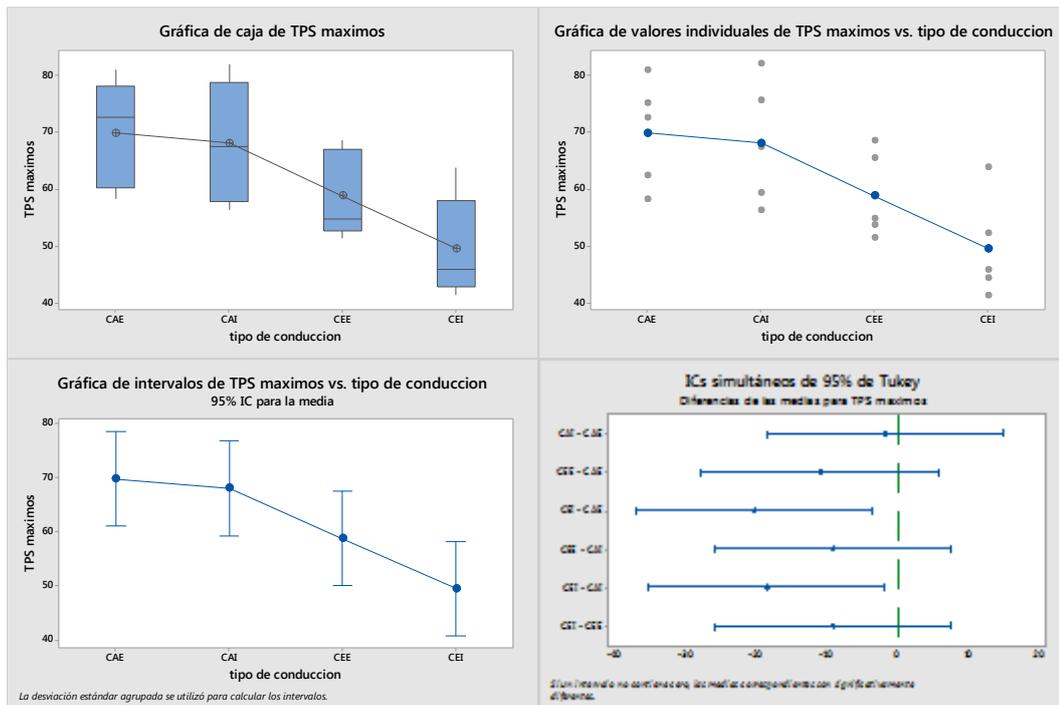


Figura 66. Gráfica de Cajas para Máximos TPS. Fuente: Los Autores.

La gráfica mostrada en la figura 66 de Valores individuales, muestra la dispersión de los resultados alrededor del valor real, es decir que mediante este método de cálculo, el valor obtenido está dentro de este conjunto de datos. En la figura de pruebas simultáneas de Tukey se tiene que todas las medias de los valores máximos son diferentes.

En la tabla 54 se muestra el análisis de varianza ANOVA donde se tiene un valor p de 0.011, este valor es menor al valor de significancia de 0.05 con este valor se concluye que las medias de los valores máximos son diferentes.

Tabla 54. Análisis de Varianza para Máximos TPS. Fuente: Los Autores

|  |                    | SC |        |           |                 |
|--|--------------------|----|--------|-----------|-----------------|
|  | Fuente             | GL | Ajust. | MC Ajust. | Valor F Valor p |
|  | tipo de conducción | 3  | 1313   | 437.68    | 5.14 0.011      |
|  | Error              | 16 | 1363   | 85.22     |                 |
|  | Total              | 19 | 2677   |           |                 |

### 4.2.3 ANOVA PARA MÍNIMOS TPS

El análisis ANOVA para los valores mínimos del sensor TPS efectuadas en la ruta 2 del Sindicato de Choferes de Baños se muestra en la figura 67, donde se puede apreciar en la gráfica de Residuo vs. Porcentaje, que los datos tienen la tendencia a una línea recta con pocas variaciones, lo cual se aprueba el supuesto de la normalidad de los datos, además el histograma corrobora en su representación una distribución normal de resultados.

En la primera gráfica de Valor Ajustado vs. Residuo, se identifica que los puntos no tienen ningún patrón determinado en forma de embudo o corneta, más bien están distribuidos de manera aleatoria según el Valor Ajustado, por lo que se aprueba el supuesto de varianza constante, indicando además que el error no tiene relación directa con la magnitud de pronóstico.

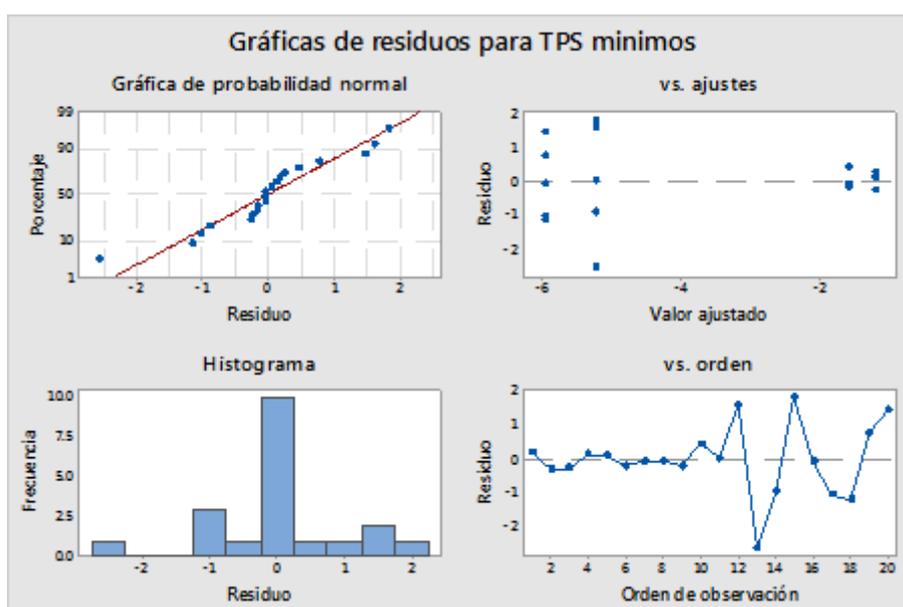


Figura 67. Grafica de Residuos Mínimos TPS. Fuente: Los Autores.

En la figura 67 se identifica en la gráfica de Orden de observación vs. Residuo, que los puntos no siguen ningún patrón determinado, sino más bien se encuentran de manera aleatoria en torno a la línea de 0, garantizando así la independencia de los residuos, de modo que se acepta el supuesto de independencia de los resultados de la muestra.

A continuación se realiza el estudio estadístico para los resultados obtenidos desde la Regresión Lineal Multivariable. Al observar la tabla 55, se puede determinar que en el análisis de Medias que entrega software MINITAB, el valor de la Desviación Estándar de 1.09, la cual es análoga al rango de error (en %) que se obtenga en el resultado del cálculo, este tiene un error que es de 0.09% comparado con el valor mínimo del sensor TPS.

*Tabla 55. Resumen de Medias para Mínimos TPS. Fuente: Los Autores.*

|                               | <b>S</b>       | <b>R-cuad.</b> | <b>R-cuad.<br/>(ajustado)</b> | <b>R-cuad.<br/>(pred)</b> |
|-------------------------------|----------------|----------------|-------------------------------|---------------------------|
|                               | <b>1.08984</b> | 82.65%         | 79.40%                        | 72.89%                    |
| <b>Medias</b>                 |                |                |                               |                           |
| <b>tipo de<br/>conducción</b> | <b>N</b>       | <b>Media</b>   | <b>Desv.Est.</b>              | <b>IC de 95%</b>          |
| <b>CAE</b>                    | 5              | -1.598         | 0.264                         | (-2.631; -0.565)          |
| <b>CAI</b>                    | 5              | -1.198         | 0.239                         | (-2.231; -0.165)          |
| <b>CEE</b>                    | 5              | -5.978         | 1.134                         | (-7.011; -4.945)          |
| <b>CEI</b>                    | 5              | -5.246         | 1.827                         | (-6.279; -4.213)          |
| Desv.Est. agrupada = 1.08984  |                |                |                               |                           |

La gráfica de Cajas presentada en la figura 68, corrobora el valor de la media de los resultados, ya que los datos de las cajas correspondientes a los diferentes valores máximos en cada ruta realizada se traslapan, tanto para las muestras con estudiantes, así como de instructores.

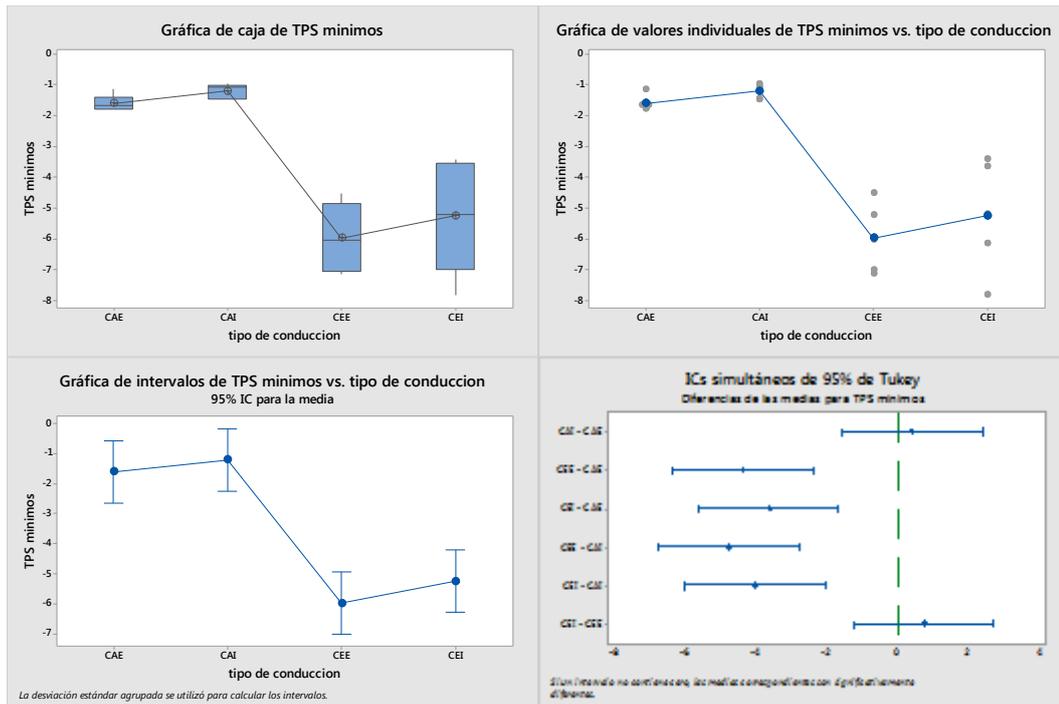


Figura 68. Gráfico de Cajas para Mínimos TPS. Fuente: Los Autores.

La gráfica mostrada en la figura 68 de Valores individuales, muestra la dispersión de los resultados alrededor del valor real, es decir que mediante este método de cálculo, el valor obtenido está dentro de este conjunto de datos. En la figura de pruebas simultáneas de Tukey se tiene que todas las medias de los valores mínimos son diferentes.

En la tabla 56 se muestra el análisis de varianza ANOVA donde se tiene un valor p de 0.0, este valor es menor al valor de significancia de 0.05 con este valor se concluye que las medias de los valores mínimos son diferentes.

Tabla 56. Análisis de Varianza para Mínimos TPS. Fuente: Los Autores.

| Fuente             | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| tipo de conducción | 3  | 90.53     | 30.176    | 25.41   | 0.000   |
| Error              | 16 | 19.00     | 1.188     |         |         |
| Total              | 19 | 109.53    |           |         |         |

#### 4.2.4 ANOVA PARA PROMEDIOS TPS

El análisis ANOVA para los valores promedios del sensor TPS efectuadas en la ruta 2 del Sindicato de Choferes de Baños se muestra en la figura 69, donde se puede

apreciar en la gráfica de Residuo vs. Porcentaje, que los datos siguen la tendencia a una línea recta con pocas variaciones, lo cual se aprueba el supuesto de la normalidad de los datos, además el histograma corrobora en su representación una distribución normal de resultados.

En la primera gráfica de Valor Ajustado vs. Residuo, se identifica que los puntos no tienen ningún patrón determinado en forma de embudo o corneta, más bien están distribuidos de manera aleatoria según el Valor Ajustado, por lo que se aprueba el supuesto de varianza constante, indicando además que el error no tiene relación directa con la magnitud de pronóstico.

Se identifica en la gráfica de Orden de observación vs. Residuo, que los puntos no siguen ningún patrón determinado, sino más bien se encuentran de manera aleatoria en torno a la línea de 0, garantizando así la independencia de los residuos, de modo que se acepta el supuesto de independencia de los resultados de la muestra.

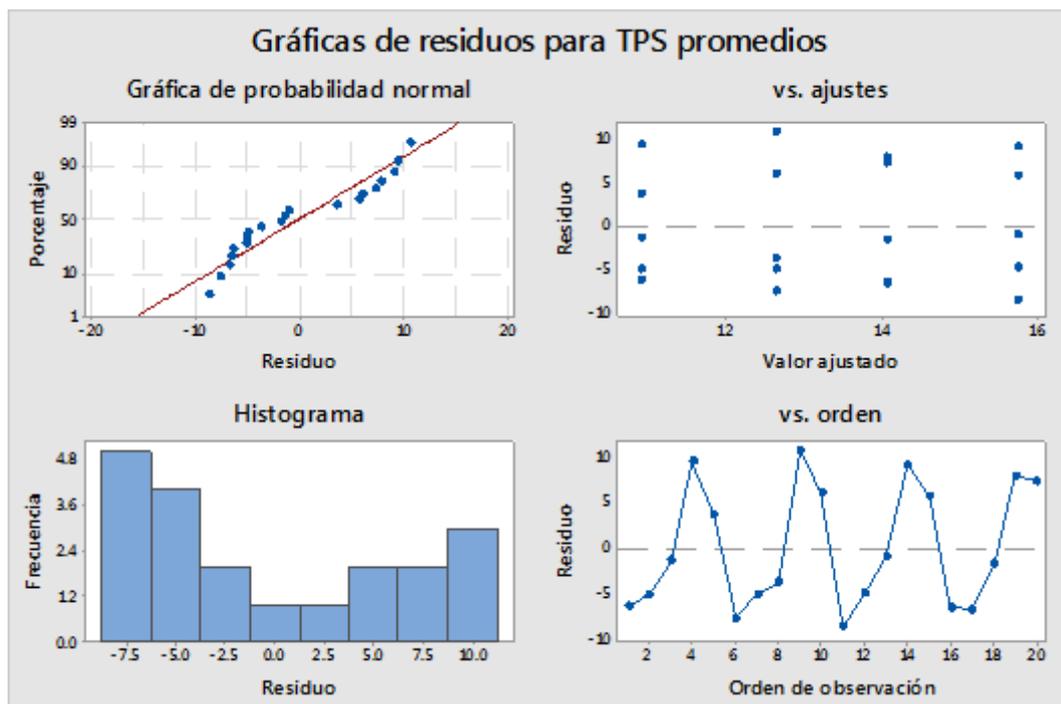


Figura 69. Gráficas de Residuos para Promedios TPS. Fuente: Los Autores.

A continuación se realiza el estudio estadístico para los resultados obtenidos desde la Regresión Lineal Multivariable. Al observar la tabla 57, se puede determinar que en el análisis de Medias que entrega software MINITAB, el valor de la Desviación Estándar de 7.24, la cual es análoga al rango de error (en %) que se obtenga en el

resultado del cálculo, este tiene un error que es de 0.072% comparado con el valor de promedios del sensor TPS.

Tabla 57. Resumen de Medias para Promedios TPS. Fuente: Los Autores.

| S       | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|---------|---------|--------------------|----------------|
| 7.23675 | 7.00%   | 0.00%              | 0.00%          |

Medias

| tipo de conducción | N | Media | Desv.Est. | IC de 95%     |
|--------------------|---|-------|-----------|---------------|
| CAE                | 5 | 12.65 | 7.89      | (5.79; 19.51) |
| CAI                | 5 | 10.92 | 6.52      | (4.06; 17.78) |
| CEE                | 5 | 14.07 | 7.15      | (7.21; 20.93) |
| CEI                | 5 | 15.74 | 7.32      | (8.88; 22.60) |

Desv.Est. agrupada = 7.23675

La gráfica de Cajas presentada en la figura 70, se tiene que el valor de la media de los resultados tienen una tendencia lineal de los datos de las cajas correspondientes a los diferentes valores de los promedios del sensor TPS en cada ruta realizada no se traslapan, tanto para las muestras con estudiantes, así como de instructores.

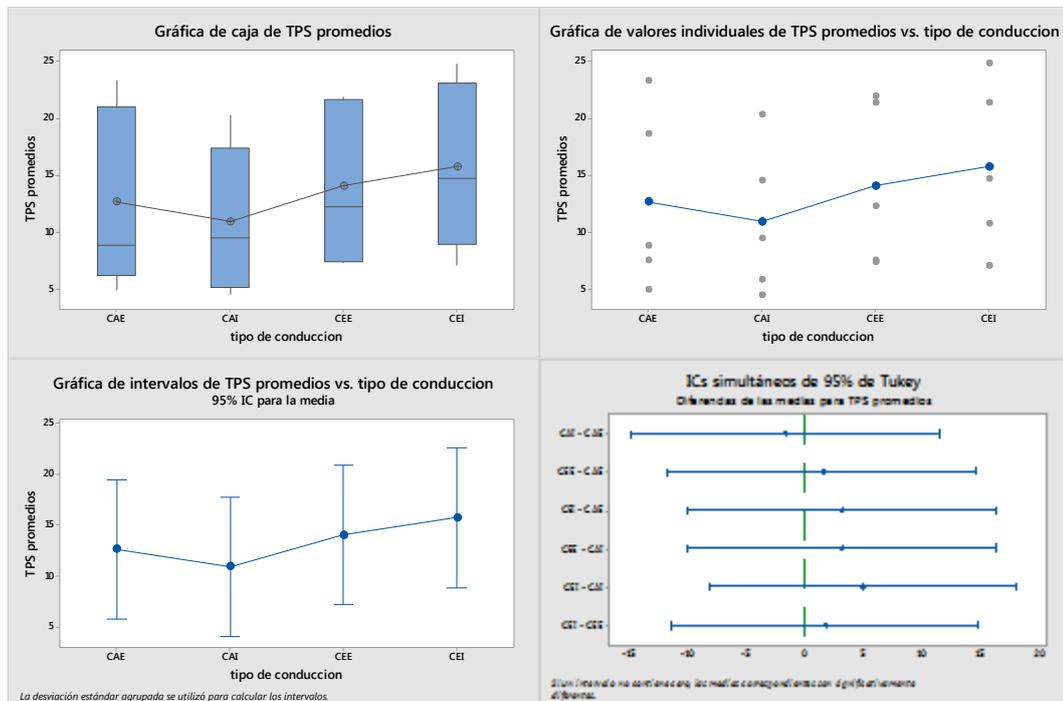


Figura 70. Gráfico de Cajas para Promedios TPS. Fuente: Los Autores.

La gráfica mostrada en la figura 70 de Valores individuales, muestra la dispersión de los resultados con una tendencia lineal del valor real, es decir que mediante este método de cálculo, el valor obtenido no se encuentra dentro de este conjunto de datos. En la figura de pruebas simultáneas de Tukey se tiene que todas las medias de los valores promedios son aproximados.

En la tabla 58 se muestra el análisis de varianza ANOVA donde se tiene un valor p de 0.745, este valor es mayor al valor de significancia de 0.05 con este valor se concluye que las medias de los valores promedios son similares, por lo que este análisis no da una veracidad en el análisis de conducción eficiente.

*Tabla 58. Análisis de Varianza para Promedios TPS. Fuente: Los Autores.*

| Fuente             | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| tipo de conducción | 3  | 63.09     | 21.03     | 0.40    | 0.754   |
| Error              | 16 | 837.93    | 52.37     |         |         |
| Total              | 19 | 901.02    |           |         |         |

#### **4.2.5 ANOVA PARA MÁXIMOS MAP**

El análisis ANOVA para los valores máximos del sensor MAP efectuadas en la ruta 2 del Sindicato de Choferes de Baños se muestra en la figura 71, donde se puede apreciar en la gráfica de Residuo vs. Porcentaje, que los datos siguen la tendencia a una línea recta con pocas variaciones, lo cual se aprueba el supuesto de la normalidad de los datos, además el histograma corrobora en su representación una distribución normal de resultados.

En la primera gráfica de Valor Ajustado vs. Residuo, se identifica que los puntos no tienen ningún patrón determinado en forma de embudo o corneta, más bien están distribuidos de manera aleatoria según el Valor Ajustado, por lo que se aprueba el supuesto de varianza constante, indicando además que el error no tiene relación directa con la magnitud de pronóstico.

Se identifica en la gráfica de Orden de observación vs. Residuo, que los puntos no siguen ningún patrón determinado, sino más bien se encuentran de manera aleatoria

en torno a la línea de 0, garantizando así la independencia de los residuos, de modo que se acepta el supuesto de independencia de los resultados de la muestra.

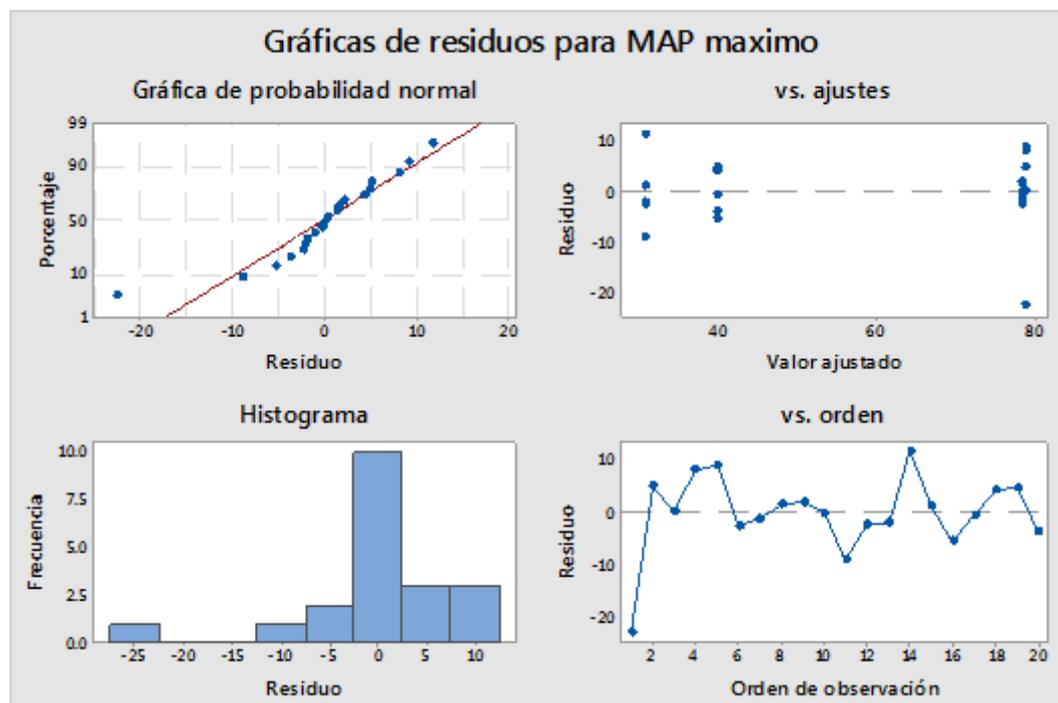


Figura 71. Gráfica de residuos para Máximos MAP. Fuente: Los Autores.

A continuación se realiza el estudio estadístico para los resultados obtenidos desde la Regresión Lineal Multivariable. Al observar la tabla 59, se puede determinar que en el análisis de Medias que entrega software MINITAB, el valor de la Desviación Estándar de 7.96, la cual es análoga al rango de error (en Kpa) que se obtenga en el resultado del cálculo, este tiene un error que es de 0.79% comparado con el valor mínimo de los valores máximos del sensor MAP.

Tabla 59. Resumen de Medias para Máximos MAP. Fuente: Los Autores.

|                    | S              | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred)   |
|--------------------|----------------|---------|--------------------|------------------|
|                    | <b>7.96322</b> | 90.52%  | 88.74%             | 85.19%           |
| Medias             |                |         |                    |                  |
| tipo de conducción | N              | Media   | Desv.Est.          | IC de 95%        |
| CAE                | 5              | 78.576  | 1.838              | (71.026; 86.126) |
| CAI                | 5              | 78.86   | 13.13              | (71.31; 86.41)   |
| CEE                | 5              | 39.67   | 4.62               | (32.12; 47.22)   |
| CEI                | 5              | 30.65   | 7.52               | (23.10; 38.20)   |

Desv.Est. agrupada = 7.96322

La gráfica de Cajas presentada en la figura 72, corrobora el valor de la media de los resultados, ya que los datos de las cajas correspondientes a los diferentes valores máximos en cada ruta realizada se traslapan, tanto para las muestras con estudiantes, así como de instructores. Además se identifica claramente que las cajas y sus bigotes están lejanos unos de otros, aceptando el supuesto de que el valor de sus medias es diferente.

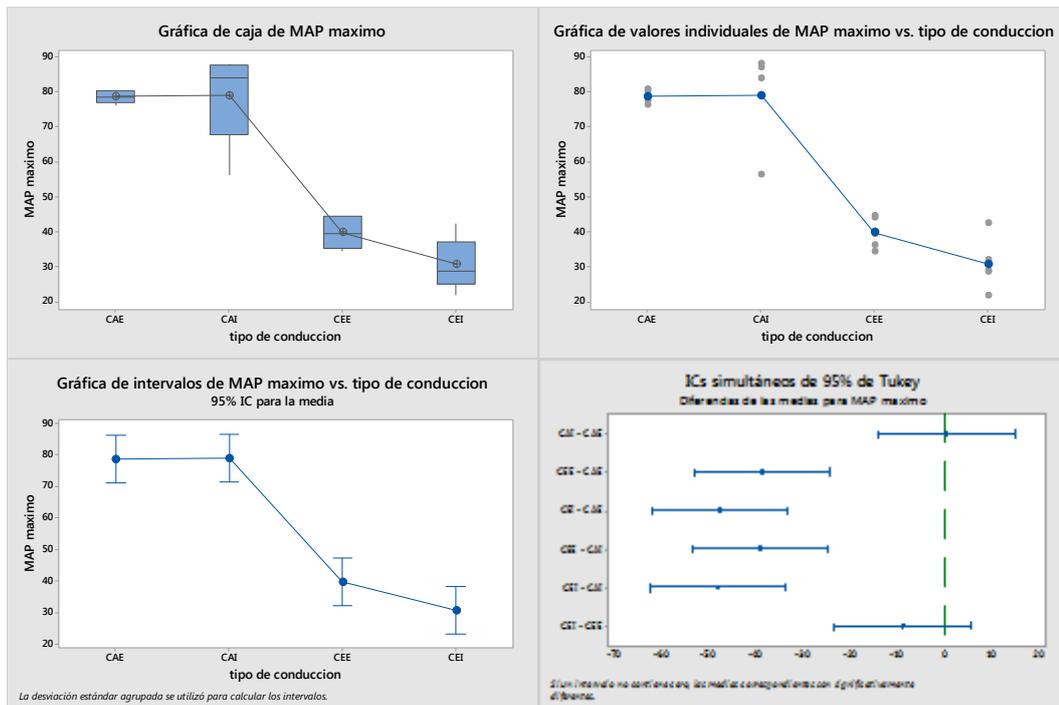


Figura 72. Gráficas de Caja para Máximos MAP. Fuente: Los Autores.

La gráfica mostrada en la figura 72 de Valores individuales, muestra la dispersión de los resultados alrededor del valor real, es decir que mediante este método de cálculo, el valor obtenido está dentro de este conjunto de datos. En la figura de pruebas simultáneas de Tukey se tiene que todas las medias de los valores máximos del sensor MAP son diferentes.

En la tabla 54 se muestra el análisis de varianza ANOVA donde se tiene un valor p de 0.0, este valor es menor al valor de significancia de 0.05 con este valor se concluye que las medias de los valores máximos son diferentes.

Tabla 60. Análisis de Varianza para Máximos MAP. Fuente: Los Autores.

| Fuente             | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| tipo de conducción | 3  | 9689      | 3229.83   | 50.93   | 0.000   |
| Error              | 16 | 1015      | 63.41     |         |         |
| Total              | 19 | 10704     |           |         |         |

#### 4.2.6 ANOVA PARA MÍNIMOS MAP

El análisis ANOVA para los valores mínimos del sensor MAP efectuadas en la ruta 2 del Sindicato de Choferes de Baños se muestra en la figura 73, donde se puede apreciar en la gráfica de Residuo vs. Porcentaje, que los datos siguen la tendencia a una línea recta con algunas variaciones, lo cual se aprueba el supuesto de la normalidad de los datos, además el histograma indica una mala concordancia en la distribución normal de resultados.

En la primera gráfica de Valor Ajustado vs. Residuo, se identifica que los puntos no tienen ningún patrón determinado en forma de embudo o corneta, más bien están distribuidos de manera aleatoria según el Valor Ajustado, por lo que se aprueba el supuesto de varianza constante, indicando además que el error no tiene relación directa con la magnitud de pronóstico.

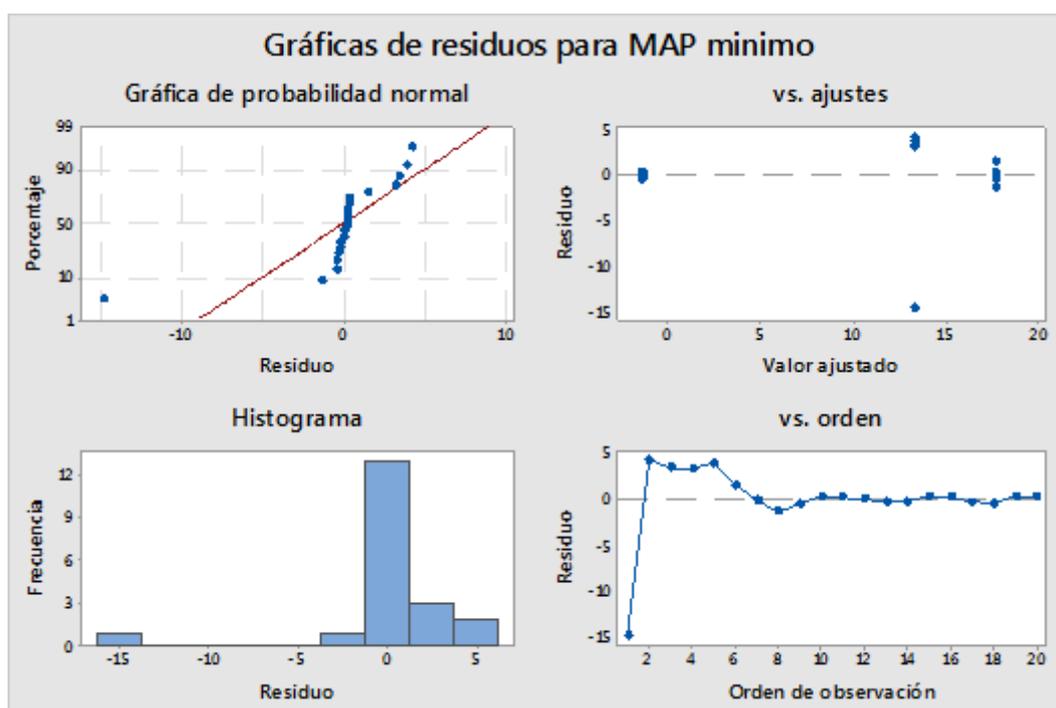


Figura 73. Grafica de Residuos para Mínimos MAP. Fuente: Los Autores.

En la figura 73 se identifica en la gráfica de Orden de observación vs. Residuo, que los puntos siguen un patrón determinado, es decir se encuentran de manera agrupados en torno a la línea de 0, en este análisis no se garantiza la independencia de los residuos, de modo que se anula el supuesto de independencia de los resultados de la muestra

A continuación se realiza el estudio estadístico para los resultados obtenidos desde la Regresión Lineal Multivariable. Al observar la tabla 61, se puede determinar que en el análisis de Medias que entrega software MINITAB, el valor de la Desviación Estándar de 4.16, la cual es análoga al rango de error (en Kpa) que se obtenga en el resultado del cálculo, este tiene un error que es de 0.042% comparado con el valor mínimo del sensor MAP.

*Tabla 61. Resumen de Medias para Mínimos MAP. Fuente: Los Autores.*

|                              |   | S       | R-cuad.   | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|------------------------------|---|---------|-----------|--------------------|----------------|
|                              |   | 4.16396 | 84.19%    | 81.23%             | 75.30%         |
| Medias                       |   |         |           |                    |                |
| tipo de conducción           | N | Media   | Desv.Est. | IC de 95%          |                |
| CAE                          | 5 | 17.660  | 1.058     | (13.712; 21.608)   |                |
| CAI                          | 5 | 13.34   | 8.25      | (9.39; 17.29)      |                |
| CEE                          | 5 | -1.510  | 0.337     | (-5.458; 2.438)    |                |
| CEI                          | 5 | -1.320  | 0.266     | (-5.268; 2.628)    |                |
| Desv.Est. agrupada = 4.16396 |   |         |           |                    |                |

La gráfica de Cajas presentada en la figura 74, corrobora el valor de la media de los resultados, ya que los datos de las cajas correspondientes a los diferentes valores mínimos en cada ruta realizada se traslapan, tanto para las muestras con estudiantes, así como de instructores.

La gráfica mostrada en la figura 74 de Valores individuales, muestra la dispersión de los resultados alrededor del valor real, es decir que mediante este método de cálculo, el valor obtenido está dentro de este conjunto de datos. En la figura de pruebas simultáneas de Tukey se tiene que no todas las medias de los valores mínimos son diferentes, existen muestras que se correlacionan.

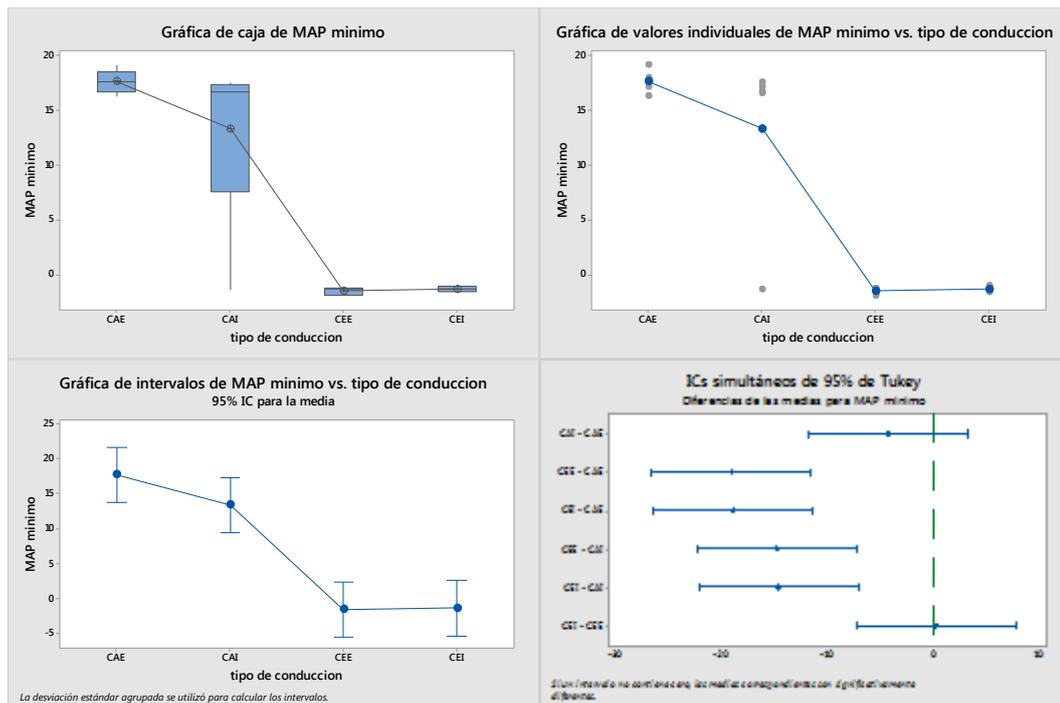


Figura 74. Gráficas de Caja para Mínimos MAP. Fuente: Los Autores.

En la tabla 56 se muestra el análisis de varianza ANOVA donde se tiene un valor p de 0.0, este valor es menor al valor de significancia de 0.05 con este valor se concluye que las medias de los valores mínimos son diferentes.

Tabla 62. Análisis de Varianza para Mínimos MAP. Fuente: Los Autores.

| Fuente             | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| tipo de conducción | 3  | 1477.3    | 492.44    | 28.40   | 0.000   |
| Error              | 16 | 277.4     | 17.34     |         |         |
| Total              | 19 | 1754.7    |           |         |         |

#### 4.2.7 ANOVA PROMEDIOS MAP

El análisis ANOVA para los valores promedios del sensor MAP efectuadas en la ruta 2 del Sindicato de Choferes de Baños se muestra en la figura 75, donde se puede apreciar en la gráfica de Residuo vs. Porcentaje, que los datos siguen la tendencia a una línea recta con pocas variaciones, lo cual se aprueba el supuesto de la normalidad de los datos, además el histograma corrobora en su representación una distribución normal de resultados.

En la primera gráfica de Valor Ajustado vs. Residuo, se identifica que los puntos no tienen ningún patrón determinado en forma de embudo o corneta, más bien están

distribuidos de manera aleatoria según el Valor Ajustado, por lo que se aprueba el supuesto de varianza constante, indicando además que el error no tiene relación directa con la magnitud de pronóstico.

Se identifica en la gráfica de Orden de observación vs. Residuo, que los puntos no siguen ningún patrón determinado, sino más bien se encuentran de manera aleatoria en torno a la línea de 0, garantizando así la independencia de los residuos, de modo que se acepta el supuesto de independencia de los resultados de la muestra.

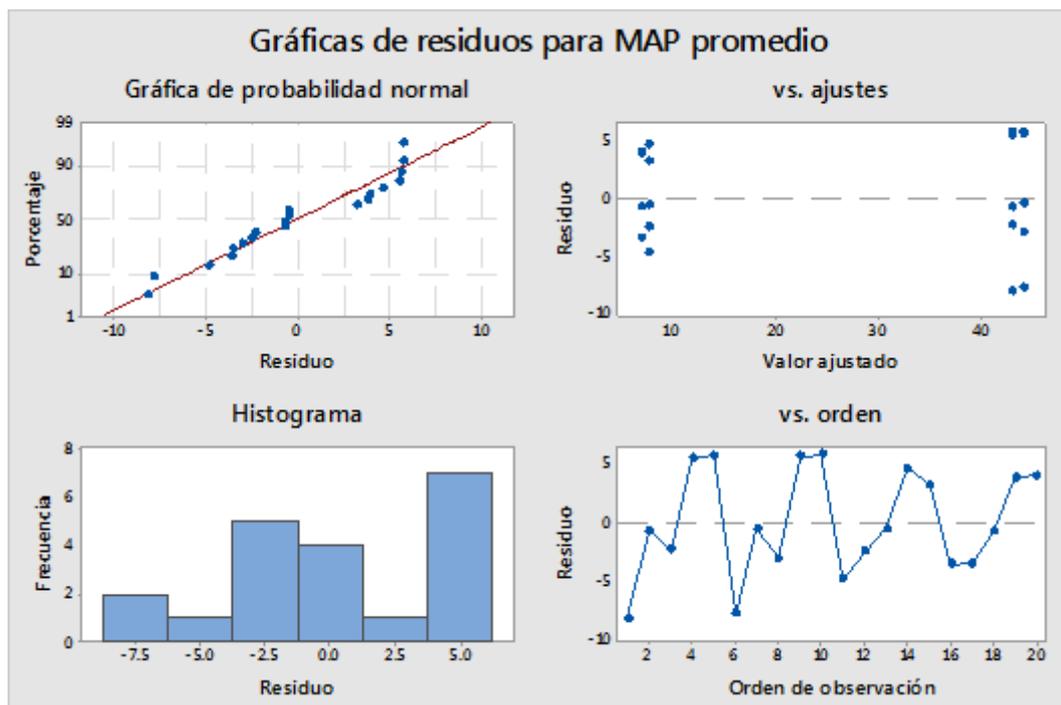


Figura 75. Gráficas de Residuos para Promedio MAP. Fuente: Los Autores.

A continuación se realiza el estudio estadístico para los resultados obtenidos desde la Regresión Lineal Multivariable. Al observar la tabla 63, se puede determinar que en el análisis de Medias que entrega software MINITAB, el valor de la Desviación Estándar de 4.94, la cual es análoga al rango de error (en Kpa) que se obtenga en el resultado del cálculo, este tiene un error que es de 0.05% comparado con el valor de promedios del sensor MAP.

Tabla 63. Resumen de Medias para Promedios MAP. Fuente: Los Autores.

| S       | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|---------|---------|--------------------|----------------|
| 4.94002 | 94.40%  | 93.35%             | 91.25%         |

Medias

| tipo de conducción | N | Media | Desv.Est. | IC de 95%      |
|--------------------|---|-------|-----------|----------------|
| CAE                | 5 | 44.04 | 5.84      | (39.36; 48.72) |
| CAI                | 5 | 43.09 | 5.85      | (38.41; 47.78) |
| CEE                | 5 | 6.95  | 3.74      | (2.27; 11.63)  |
| CEI                | 5 | 7.66  | 3.92      | (2.97; 12.34)  |

Desv.Est. agrupada = 4.94002

La gráfica de Cajas presentada en la figura 76, se tiene que el valor de la media de los resultados tienen una tendencia lineal de los datos de las cajas correspondientes a los diferentes valores de los promedios del sensor MAP en cada ruta realizada se traslapan, tanto para las muestras con estudiantes, así como de instructores.

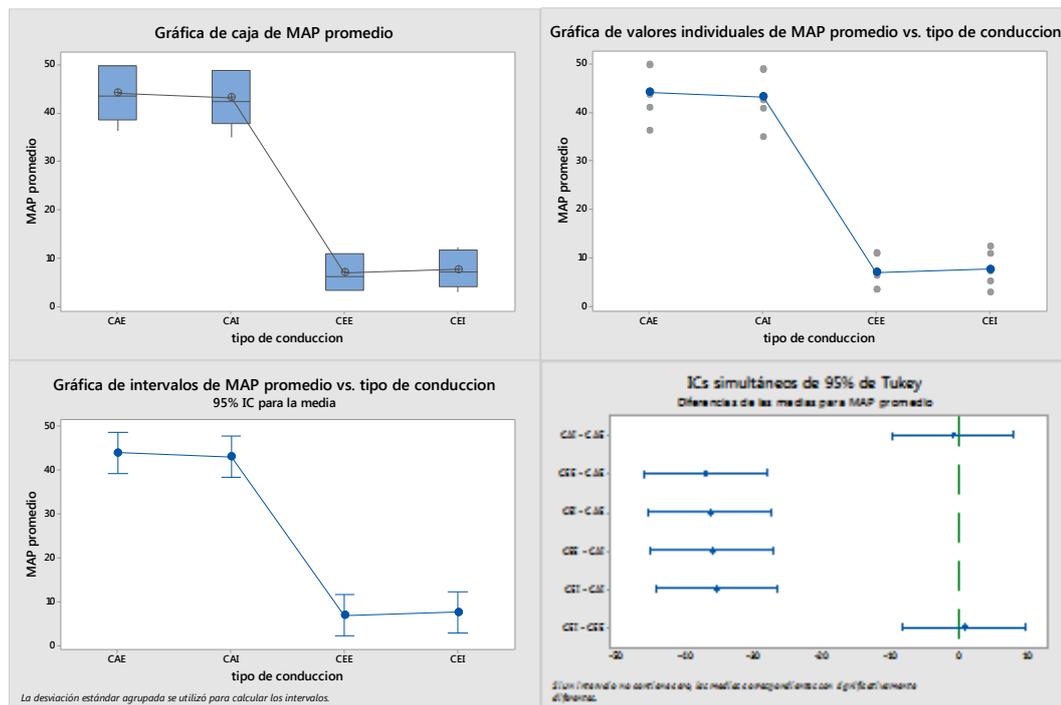


Figura 76. Gráficas de Caja para Promedios MAP. Fuente: Los Autores.

La gráfica mostrada en la figura 76 de Valores individuales, muestra la dispersión de los resultados con una tendencia lineal del valor real, es decir que mediante este método de cálculo, el valor obtenido se encuentra dentro de este conjunto de datos.

En la figura de pruebas simultáneas de Tukey se tiene que todas las medias de los valores promedios son diferentes.

En la tabla 64 se muestra el análisis de varianza ANOVA donde se tiene un valor p de 0.0, este valor es mayor al valor de significancia de 0.05 con este valor se concluye que las medias de los valores promedios son diferentes, por lo que este análisis da una veracidad en el análisis de conducción eficiente.

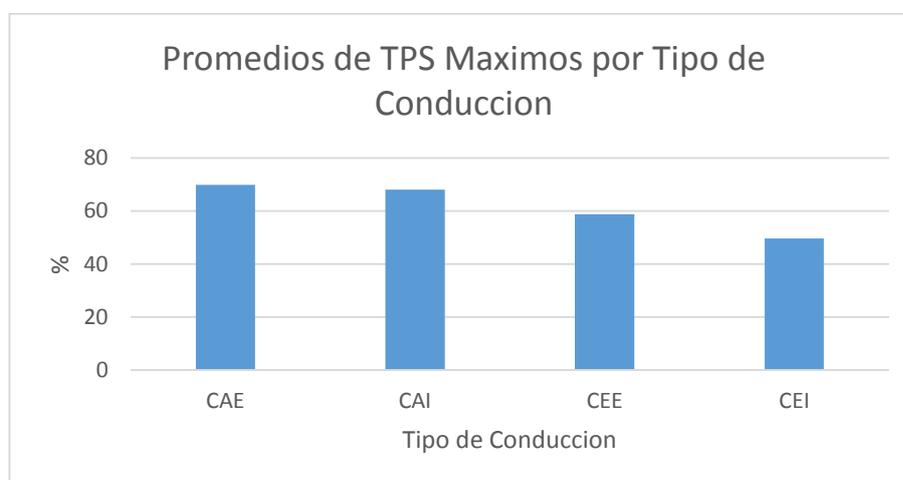
*Tabla 64. Análisis de Varianza para Promedios MAP. Fuente: Los Autores.*

| Fuente             | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| tipo de conducción | 3  | 6578.9    | 2192.96   | 89.86   | 0.000   |
| Error              | 16 | 390.5     | 24.40     |         |         |
| Total              | 19 | 6969.3    |           |         |         |

### 4.3 COMPARACIÓN DE CONDUCCIÓN ACTUAL VS EFICIENTE

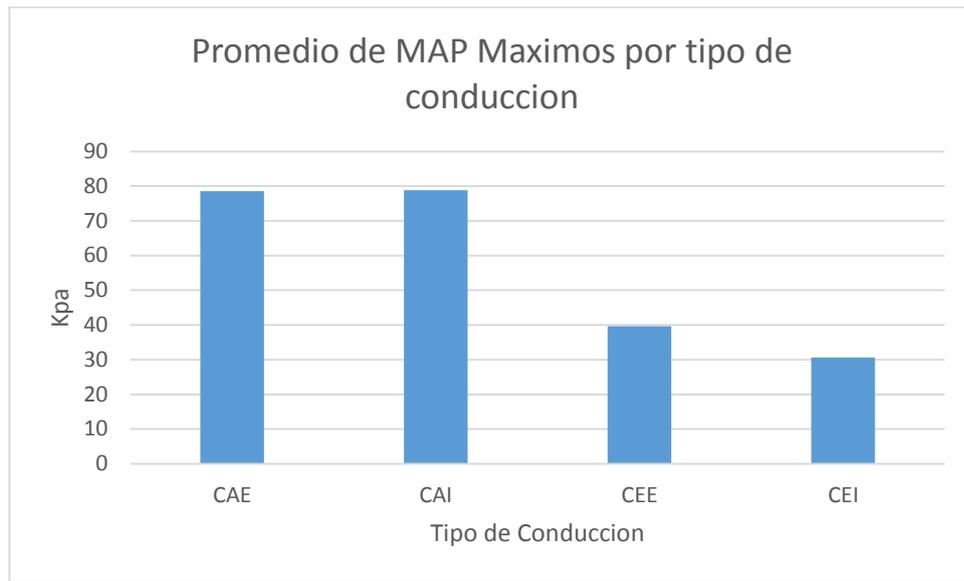
Para realizar la comparativa de conducción actual vs conducción eficiente, se obtiene los valores promedio de los sensores TPS y MAP de la ruta planteada, tanto para estudiantes como instructores.

En la figura 77 se muestra los promedios del sensor TPS, donde se aprecia que el promedio de conducción actual en instructores y estudiantes están en el valor de 70%, luego de haber aplicado la guía de conducción eficiente, se tiene un promedio de 58% para estudiantes y 48% para instructores, lo que indica una reducción total de 11% para estudiantes y 18.5% para instructores.



*Figura 77. Resultado de Conducción TPS. Fuente: Los Autores.*

En la figura 78 se muestra los promedios del sensor MAP, donde se tiene que el promedio de conducción actual en instructores y estudiantes están en el valor de 78 Kpa, luego de haber aplicado la guía de conducción eficiente, se tiene un promedio de 40 Kpa para estudiantes y 30 Kpa para instructores, lo que indica una reducción total de 38 Kpa para estudiantes y 48 Kpa para instructores.



*Figura 78. Resultado de Conducción MAP. Fuente: Los Autores.*

Finalmente se determina que después de aplicar la guía de conducción eficiente en instructores y estudiantes del Sindicato de Choferes de Baños, esta tuvo efectos satisfactorios en los instructores, con los estudiantes se dio una mejora pero no se alcanza el nivel de conducción eficiente.

## CONCLUSIONES

Al realizar la propuesta metodológica para una conducción eficiente de vehículos tipo M1 en instructores y alumnos del Sindicato de Choferes de Baños a través del análisis estadístico, se soluciona la deficiencia que se tiene en el método de conducción actual.

El levantamiento de información de conducción eficiente tiene como resultado la determinación de las variables como son: RPM, % de apertura del TPS, depresión en el múltiple de admisión, Temperaturas y gases mal combustionados que intervienen directamente en la creación del método de conducción eficiente de los vehículos.

Con el análisis de las variables significativas se obtiene la ruta apropiada para la obtención de las muestras en la que se obtienen datos de consumo de combustible y muestras de los sensores que componen el sistema de inyección electrónica del automóvil. Con la creación del software para la adquisición de datos se genera la base de datos que mediante el análisis estadístico determina el estado actual de conducción de los instructores y estudiantes del Sindicato de Choferes de Baños, el cual es deficiente en ambos casos. Además queda especificado el uso de los sensores TPS y MAP como principales determinantes del método de conducción.

Al realizar el diseño del Software “EFICOND 1.0” el cual mejora e indica el método de conducción aplicado, donde se establece los parámetros de conducción eficiente aplicados a los sensores TPS y MAP. Una vez generada la guía de conducción eficiente la cual es aplicada por los estudiantes e instructores, en la toma de nuevas muestras se aprecia la mejora en el método de conducción, teniendo mejoras significativas en las diferentes etapas planteadas.

Por medio del análisis estadístico Anova se determina el estado de conducción actual vs conducción eficiente, dando como resultado efectos satisfactorios en el método de manejo aplicado por los instructores, reduciendo este en un 18%, los efectos obtenidos con los estudiantes muestra mejoras del 11%, pero estas no alcanzan los requerimientos de una conducción eficiente.

## **RECOMENDACIONES**

Para dar una mejor aplicación del análisis del método de conducción se recomienda seguir con el proyecto implementando la medición de gases en la ruta.

Además se recomienda al Sindicato de Choferes de Baños aplicar la guía de conducción eficiente tanto en estudiantes como instructores para brindar un mejor sistema de manejo.

También se recomienda como trabajos futuros realizar la implementación física del análisis muestral y estadístico a más de una unidad con el fin de potenciar la guía de conducción eficiente.

En trabajos futuros se recomienda retroalimentar en software aplicando redes neuronales para obtener un análisis más exacto del método de conducción aplicado.

Se recomienda aplicar el método de conducción eficiente en vehículos particulares, con el fin de analizar y evaluar el estado de conducción actual en la ciudad de Cuenca.

Finalmente se determina la necesidad de la aplicación de la guía de conducción eficiente a todo el centro que compone el Sindicato de Choferes de Baños para eliminar la deficiencia presentada por los estudiantes e instructores en el análisis realizado

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- S. Medina Ramírez. « La importancia de reducción del uso del automóvil en México» México 2012. *Alibab.com*. (2016). Obtenido de <https://spanish.alibab.com/product-detail-img/gn125-frente-susp-amortiguador-606411222.html?>
- Castellanos, D. M. (s.f.). Formula para el cálculo de la muestra poblaciones finitas .
- Manual de operaciones . (2000). *Analizador de gases QROTECH NGA 6000*. Ecuador .
- Mourelo, R. (2012). *Reparacion de motocicletas*. España: 5ta edicion .
- Norma Tecnica Ecuatoriana 2203. (2000). qQuito , Ecuador .
- Norma Tecnica Ecuatoriana 2656. (01 de 06 de 2016). *NTE INEB 2656*. QUITO , ECUADOR.
- Salazar, J. J. (2016). Simulación por elementos finitos y propuesta de modelo matemático del comportamiento dinamico de la suspension posterior de una motocicleta de carretera tipo custom 125CC. Riobamba, Exuador .
- Telégrafo, E. (27 de Julio de 2016). En Cuenca, los carros generan el 76% de la polución. *El Telégrafo*, pág. 1.
- Universidad Autonoma de Barcelona*. (05 de Junio de 2018). Obtenido de Universidad Autonoma de Barcelona: <http://www.uab.cat/web/en-coche-y-moto/-que-es-la-conduccion-eficiente-1273127157791.html>
- Alibab.com*. (2016). Obtenido de <https://spanish.alibab.com/product-detail-img/gn125-frente-susp-amortiguador-606411222.html?>
- Castellanos, D. M. (s.f.). Formula para el cálculo de la muestra poblaciones finitas .
- Energía, C. N. (30 de Septiembre de 2016). *Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía*. Recuperado el 21 de 06 de 2018, de Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía: <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/causas-que-afectan-el-rendimiento-de-combustible-de-un-automovil>
- Espinal, C. (2010). En C. Lopez.
- Loja, M. d. (s.f.). Loja , Loja, Ecuador.
- Manual de operaciones . (2000). *Analizador de gases QROTECH NGA 6000*. Ecuador .
- Medina, S. (2012). En S. México.
- Mourelo, R. (2012). *Reparacion de motocicletas*. España: 5ta edicion .
- Norma Tecnica Ecuatoriana 2203. (2000). qQuito , Ecuador .

- Norma Técnica Ecuatoriana 2656. (01 de 06 de 2016). *NTE INEB 2656*. QUITO , ECUADOR.
- Salazar, J. J. (2016). Simulación por elementos finitos y propuesta de modelo matemático del comportamiento dinámico de la suspensión posterior de una motocicleta de carretera tipo custom 125CC. Riobamba, Ecuador .
- Telégrafo, E. (27 de Julio de 2016). En Cuenca, los carros generan el 76% de la contaminación. *El Telégrafo*, pág. 1.
- Universidad Autonoma de Barcelona*. (05 de Junio de 2018). Obtenido de Universidad Autonoma de Barcelona: <http://www.uab.cat/web/en-coche-y-moto/-que-es-la-conduccion-eficiente-1273127157791.html>
- Castaño, D., Valles, C., Zapata, H., Huertas, T., Vesga, D., & Serrano, C. (2006). *Conducción Rentable*
- IDAE. (2006). *Manual de Conducción Eficiente para Conductores de Vehículos Industriales*. IDAE. (2012). *Conducción eficiente de vehículos industriales*. • Instituto Nacional de Ecología de México. (2013). *Indicadores de Eficiencia Energética y Emisiones Vehiculares*. Retrieved July 11, 2014, from <http://www.ecovehiculos.gob.mx/glosario.php?letra=R>
- Gutiérrez Pulido, Humberto. *Análisis y diseño de experimentos*. México: McGraw-Hill, 2004.
- Javier Nevot Cercos. Tesis Doctoral. *Diseño de un controlador avanzado basado en redes neuronales para la gestión de la mezcla Aire-Gasolina en un motor alternativo*. Universidad de Cataluña. 1999.
- John Heywood. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. McGraw-Hill Education; 1 edición (1 de abril de 1988).
- Juan Carlos Morales Ramos. *Procesamiento digital de señales y redes neuronales*. Mayo 2004.
- Leonor Hernández López. *Predicción y optimización de emisiones y consumo mediante redes neuronales en motores diésel*. Barcelona. 2006.
- Lino Guzzella. *Introduction to Modeling and Control of internal Combustion Engine Systems*. 2ª Edición. Springer. 2010.
- Marcela Botero Arbeláez. *Método ANOVA utilizado para realizar el estudio de repetibilidad y reproducibilidad dentro del control de calidad de un sistema de medición*. Scientia et Technica Año XIII, No 37, Diciembre de 2007. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701
- Norberto Nigro, Mario a. Storti y Leonardo Ambroggi. *Modelización numérica de un motor de combustión interna monocilíndrico encendido por chispa*. Vol. 15, 1, 21-54. Argentina. 1999.

NTE INEN 2 203:2000. Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación de la Concentración de Emisiones de Escape en Condiciones de Marcha Mínima o "Ralenti". Prueba Estática. Año 2000.

NTE INEN 2 349:2003. Revisión Técnica .Vehicular. Procedimientos. Año 2003

NTE INEN 2 659:2008. Clasificación Vehicular. Procedimientos. Año 2008

Estudio económico y ambiental de la tecnología automotriz para el control de emisiones vehiculares. Quito. Correa Espinal, A. A., Cogollo Flóres, J. M., & Salazar López, J. C. (2010). Evaluación del efecto de la conducción eficiente en vehículos de transporte de carga pesada usando diseño de experimentos. Producción + Limpia, 99

González Núñez, J. P., & Serrano Ayala, E. J. (2014). TESIS - Evaluación del efecto de la conducción eficiente con el consumo de combustible y las emisiones contaminantes en vehículos de transporte liviano a gasolina usando diseño de experimentos. UIDE: Quito.

## ANEXOS

### ANEXO A. CONEXIÓN DE SENSORES

En este anexo se muestran las figuras de la conexión de los sensores en el vehículo Chevrolet Aveo 1.6.



*Anexo Figura 1. Conexión sensor IAT. Fuente: Los Autores.*



*Anexo Figura 2. Conexión sensor MAP. Fuente: Los Autores.*



*Anexo Figura 3. Conexión sensor O2. Fuente: Los Autores.*



*Anexo Figura 4. Conexión sensor CMP. Fuente: Los Autores.*



*Anexo Figura 5. Conexión Socket de 8 pines. Fuente: Los Autores.*



*Anexo Figura 6. Conexión General Sensores. Fuente: Los Autores.*

## ANEXO B. VALORES ESTADÍSTICOS CONDUCCIÓN ACTUAL DE INSTRUCTORES

En este anexo se muestran las tablas del análisis estadístico de los sensores ECT, IAT, RPM, VSS y O2, perteneciente a la conducción actual de los instructores del Sindicato de Choferes de Baños.

*Anexo Tabla 1. Estadísticas CAI ECT. Fuente: Los Autores.*

|                      | MUESTRA       |               |              |              |           |
|----------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|-----------|
|                      | 1             | 2             | 3            | 4            | 5         |
| <b>ASIMETRÍA</b>     | 0,6           | 0,687         | 1.059        | 1.611        | 0,231     |
| <b>KURTOSIS</b>      | 2.353         | 1.833         | 2.477        | 7.767        | 1.547     |
| <b>MÁXIMO</b>        | 88.352        | 84.354        | 91.538       | 90.164       | 79.669    |
| <b>MÍNIMO</b>        | 81.730        | 72.735        | 74.484       | 80.668       | 73.360    |
| <b>RMS</b>           | 84.246        | 78.475        | 79.937       | 82.664       | 76.416    |
| <b>FACTOR CRESTA</b> | 1.049         | 1.075         | 1.145        | 1.091        | 1.043     |
| <b>MEAN</b>          | 84.225        | 78.413        | 79.735       | 82.652       | 76.390    |
| <b>D. ESTÁNDAR</b>   | 1.873         | 3.121         | 5.689        | 1.402        | 2.000     |
| <b>VARIANZA</b>      | 3.509         | 9.741         | 32.362       | 1.966        | 3.998     |
| <b>MEDIANA</b>       | 84.104        | 76.421        | 76.421       | 82.917       | 75.671    |
| <b>M. RECORTADA</b>  | 84.225        | 78.413        | 79.735       | 82.652       | 76.390    |
| <b>MODA</b>          | 82.293        | 75.582        | 76.275       | 83.185       | 74.905    |
| <b># PICOS</b>       | 467.000       | 465.000       | 437.000      | 517.000      | 354.000   |
| <b>ENERGÍA x103</b>  | 13.217.494.60 | 10.680.773.90 | 10.694.807   | 16.561.065   | 6.618.648 |
| <b>POTENCIA</b>      | 9.683.146.232 | 8.103.773.829 | 8.245.803.64 | 10.636.522.4 | 6.214.691 |

*Anexo Tabla 2. Estadísticas CAI IAT. Fuente: Los Autores.*

|                      | MUESTRA       |               |              |              |           |
|----------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|-----------|
|                      | 1             | 2             | 3            | 4            | 5         |
| <b>ASIMETRÍA</b>     | -0.467        | -0.533        | -0.110       | -0.829       | -0.321    |
| <b>KURTOSIS</b>      | 1.790         | 1.732         | 1.668        | 2.130        | 1.653     |
| <b>MÁXIMO</b>        | 38.631        | 42.657        | 40.857       | 43.368       | 31.785    |
| <b>MÍNIMO</b>        | 30.861        | 34.983        | 31.311       | 36.191       | 27.356    |
| <b>RMS</b>           | 35.571        | 39.710        | 36.228       | 41.167       | 29.840    |
| <b>FACTOR CRESTA</b> | 1.086         | 1.074         | 1.128        | 1.053        | 1.065     |
| <b>MEAN</b>          | 35.486        | 39.627        | 36.118       | 41.096       | 29.805    |
| <b>D. ESTÁNDAR</b>   | 2.454         | 2.565         | 2.810        | 2.403        | 1.447     |
| <b>VARIANZA</b>      | 6.023         | 6.581         | 7.897        | 5.772        | 2.095     |
| <b>MEDIANA</b>       | 36.143        | 40.833        | 37.020       | 42.302       | 29.961    |
| <b>M. RECORTADA</b>  | 35.486        | 39.627        | 36.118       | 41.096       | 29.805    |
| <b>MODA</b>          | 38.359        | 41.775        | 38.614       | 43.188       | 31.630    |
| <b># PICOS</b>       | 377.000       | 413.000       | 406.000      | 393.000      | 421.000   |
| <b>ENERGÍA x103</b>  | 1.955.015.415 | 2.617.139.641 | 2.279.928.95 | 2.893.920.69 | 1.352.692 |

|                 |               |               |              |              |            |
|-----------------|---------------|---------------|--------------|--------------|------------|
| <b>POTENCIA</b> | 1.569.033.239 | 2.027.218.932 | 1.724.605.87 | 2.20.787.342 | 1.96.184.0 |
|-----------------|---------------|---------------|--------------|--------------|------------|

*Anexo Tabla 3. Estadísticas CAI O2. Fuente: Los Autores.*

|                      | <b>MUESTRA</b> |             |             |             |           |
|----------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
|                      | 1              | 2           | 3           | 4           | 5         |
| <b>ASIMETRÍA</b>     | 0.283          | 0.090       | 0.266       | 0.165       | 0.410     |
| <b>KURTOSIS</b>      | 1.311          | 1.267       | 1.425       | 1.264       | 1.474     |
| <b>MÁXIMO</b>        | 0.970          | 0.962       | 0.990       | 0.954       | 0.953     |
| <b>MÍNIMO</b>        | 0.004          | 0.007       | -0.018      | 0.007       | -0.013    |
| <b>RMS</b>           | 0.543          | 0.571       | 0.559       | 0.558       | 0.501     |
| <b>FACTOR CRESTA</b> | 1.787          | 1.686       | 1.772       | 1.711       | 1.902     |
| <b>MEAN</b>          | 0.407          | 0.453       | 0.443       | 0.431       | 0.376     |
| <b>D. ESTÁNDAR</b>   | 0.359          | 0.347       | 0.340       | 0.354       | 0.332     |
| <b>VARIANZA</b>      | 0.129          | 0.120       | 0.116       | 0.125       | 0.110     |
| <b>MEDIANA</b>       | 0.240          | 0.400       | 0.324       | 0.314       | 0.212     |
| <b>M. RECORTADA</b>  | 0.407          | 0.453       | 0.443       | 0.431       | 0.376     |
| <b>MODA</b>          | 0.018          | 0.012       | 0.007       | 0.012       | 0.021     |
| <b># PICOS</b>       | 326.000        | 359.000     | 350.000     | 343.000     | 332.000   |
| <b>ENERGÍA x103</b>  | 257.201.122    | 341.987.531 | 343.407.720 | 318.632.026 | 214.8.477 |
| <b>POTENCIA</b>      | 206.421        | 264.901     | 259.764     | 243.416     | 174.123   |

*Anexo Tabla 4. Estadísticas CAI RPM. Fuente: Los Autores.*

|                      | <b>MUESTRA</b> |               |             |             |           |
|----------------------|----------------|---------------|-------------|-------------|-----------|
|                      | 1              | 2             | 3           | 4           | 5         |
| <b>ASIMETRÍA</b>     | 0.133          | -0.029        | -0.917      | 0.123       | -0.666    |
| <b>KURTOSIS</b>      | 2.147          | 2.171         | 3.192       | 2.011       | 2.865     |
| <b>MÁXIMO</b>        | 3.875          | 3.677.750     | 3.103.766   | 3.134.175   | 3.160.171 |
| <b>MÍNIMO</b>        | 565.041        | 563.325       | 561.363     | 611.514     | 570.191   |
| <b>RMS</b>           | 2.141.553      | 2.089.248     | 2.113.521   | 2.080.776   | 2.148.417 |
| <b>FACTOR CRESTA</b> | 1.810          | 1.760         | 1.469       | 1.506       | 1.471     |
| <b>MEAN</b>          | 2.009.744      | 1.986.223     | 2.044.963   | 1.984.386   | 2.080.780 |
| <b>D. ESTÁNDAR</b>   | 740.010        | 648.229       | 534.149     | 626.210     | 535.055   |
| <b>VARIANZA</b>      | 547.614.454    | 420.200.524   | 285.315.280 | 392.139.077 | 286.283   |
| <b>MEDIANA</b>       | 1.949.482      | 1.995.526     | 2.166.458   | 1.797.250   | 2.170.260 |
| <b>M. RECORTADA</b>  | 2.009.744      | 1.986.223     | 2.044.963   | 1.984.386   | 2.080.780 |
| <b>MODA</b>          | 1.640.952      | 1.793.523     | 2.353.757   | 1.784.552   | 2.318.428 |
| <b># PICOS</b>       | 204.000        | 211.000       | 235.000     | 222.000     | 232.000   |
| <b>ENERGÍA x103</b>  | 6.270.724.590  | 6.575.190.352 | 7.308.590   | 6.747.327   | 6.592.994 |
| <b>POTENCIA</b>      | 5.032.684.262  | 5.093.098.646 | 5.528.434   | 5.154.566.  | 5.342.783 |

Anexo Tabla 5. Estadísticas CAI VSS. Fuente: Los Autores.

|                      | <b>MUESTRA</b> |               |             |              |            |
|----------------------|----------------|---------------|-------------|--------------|------------|
|                      | 1              | 2             | 3           | 4            | 5          |
| <b>ASIMETRÍA</b>     | -0.570         | -0.483        | -1.104      | -0.205       | -0.667     |
| <b>KURTOSIS</b>      | 2.328          | 2.355         | 3.215       | 2.280        | 2.731      |
| <b>MÁXIMO</b>        | 60.220         | 59.114        | 53.952      | 59.243       | 59.272     |
| <b>MÍNIMO</b>        | -1.462         | -1.462        | -1.647      | -1.462       | -1.462     |
| <b>RMS</b>           | 35.920         | 39.193        | 37.197      | 36.404       | 41.320     |
| <b>FACTOR CRESTA</b> | 1.676          | 1.508         | 1.450       | 1.627        | 1.434      |
| <b>MEAN</b>          | 32.084         | 35.818        | 34.179      | 33.195       | 38.208     |
| <b>D. ESTÁNDAR</b>   | 16.158         | 15.919        | 14.684      | 14.951       | 15.737     |
| <b>VARIANZA</b>      | 261.082        | 253.409       | 215.613     | 223.537      | 247.664    |
| <b>MEDIANA</b>       | 35.636         | 35.602        | 39.003      | 32.224       | 37.729     |
| <b>M. RECORTADA</b>  | 32.084         | 35.818        | 34.179      | 33.195       | 38.208     |
| <b>MODA</b>          | 39.557         | 32.764        | -1.369      | 27.980       | 58.361     |
| <b># PICOS</b>       | 192.000        | 193.000       | 222.000     | 209.000      | 226.000    |
| <b>ENERGÍA x103</b>  | 1.598.166.21   | 2.138.191.9   | 2.041.608   | 1.888.052    | 2.223.05   |
| <b>POTENCIA</b>      | 1.282.637.413  | 1.656.229.267 | 1.544.333.4 | 1.442.362.84 | 1.801.500. |

### ANEXO C. VALORES ESTADÍSTICOS CONDUCCIÓN ACTUAL ESTUDIANTES

En este anexo se muestran las tablas del análisis estadístico de los sensores ECT, IAT, RPM, VSS y O2, perteneciente a la conducción actual de los estudiantes.

Anexo Tabla 6. Estadísticas CAE VSS. Fuente: Los Autores.

|                      | <b>MUESTRA</b> |               |              |              |           |
|----------------------|----------------|---------------|--------------|--------------|-----------|
|                      | 1              | 2             | 3            | 4            | 5         |
| <b>ASIMETRÍA</b>     | -1.067         | -1.055        | -0.537       | -0.876       | -0.804    |
| <b>KURTOSIS</b>      | 3.463          | 3.512         | 1.999        | 3.095        | 2.769     |
| <b>MÁXIMO</b>        | 44.299         | 48.498        | 73.393       | 61.969       | 41.572    |
| <b>MÍNIMO</b>        | -1.363         | -1.363        | -1.363       | -1.988       | -1.937    |
| <b>RMS</b>           | 30.626         | 30.885        | 33.253       | 40.346       | 26.209    |
| <b>FACTOR CRESTA</b> | 1.446          | 1.570         | 2.207        | 1.536        | 1.586     |
| <b>MEAN</b>          | 28.544         | 28.755        | 28.812       | 37.318       | 24.028    |
| <b>D. ESTÁNDAR</b>   | 11.100         | 11.275        | 16.607       | 15.341       | 10.469    |
| <b>VARIANZA</b>      | 123.217        | 127.123       | 275.793      | 235.361      | 109.598   |
| <b>MEDIANA</b>       | 30.740         | 31.492        | 35.262       | 41.827       | 26.804    |
| <b>M. RECORTADA</b>  | 28.544         | 28.755        | 28.812       | 37.318       | 24.028    |
| <b>MODA</b>          | 39.504         | 35.783        | -0.989       | 46.939       | 29.607    |
| <b># PICOS</b>       | 311.000        | 246.000       | 214.000      | 188.000      | 306.000   |
| <b>ENERGÍA x103</b>  | 1.899.865.693  | 1.963.509.551 | 2.051.399.2  | 1.857.846.6  | 1.845.794 |
| <b>POTENCIA</b>      | 1.244.181.855  | 1.274.178.813 | 1.304.961.34 | 1.608.525.28 | 1.032.323 |

Anexo Tabla 7. Estadísticas CAE ECT. Fuente: Los Autores.

| <b>MUESTRA</b>       |                        |                        |                        |                       |                        |
|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
|                      | 1                      | 2                      | 3                      | 4                     | 5                      |
| <b>ASIMETRÍA</b>     | 0.120                  | 2.176                  | 0.422                  | 0.923                 | 0.248                  |
| <b>KURTOSIS</b>      | 2.413                  | 7.064                  | 1.933                  | 4.508                 | 2.227                  |
| <b>MÁXIMO</b>        | 83.417                 | 95.911                 | 97.597                 | 91.413                | 83.417                 |
| <b>MÍNIMO</b>        | 69.549                 | 74.672                 | 78.545                 | 76.296                | 70.424                 |
| <b>RMS</b>           | 75.119                 | 81.269                 | 86.094                 | 81.022                | 75.579                 |
| <b>FACTOR CRESTA</b> | 1.110                  | 1.180                  | 1.134                  | 1.128                 | 1.104                  |
| <b>MEAN</b>          | 75.085                 | 81.181                 | 85.985                 | 81.000                | 75.544                 |
| <b>D. ESTÁNDAR</b>   | 2.265                  | 3.780                  | 4.319                  | 1.903                 | 2.316                  |
| <b>VARIANZA</b>      | 5.129                  | 14.285                 | 18.654                 | 3.621                 | 5.365                  |
| <b>MEDIANA</b>       | 75.046                 | 80.169                 | 84.698                 | 80.481                | 75.296                 |
| <b>M. RECORTADA</b>  | 75.085                 | 81.181                 | 85.985                 | 81.000                | 75.544                 |
| <b>MODA</b>          | 73.363                 | 79.026                 | 82.831                 | 80.302                | 75.296                 |
| <b># PICOS</b>       | 539.000                | 524.000                | 532.000                | 387.000               | 611.000                |
| <b>ENERGÍA x103</b>  | 13.145.642.71<br>4.935 | 15.650.175.18<br>7.480 | 18.270.575.8<br>78.757 | 8.752.565.75<br>0.233 | 18.244.49<br>5.465.397 |
| <b>POTENCIA</b>      | 8.608.803.350          | 10.155.856.70<br>8     | 11.622.503.7<br>40     | 7.577.979.00<br>5     | 10.203.85<br>6.524     |

Anexo Tabla 8. Estadísticas CAE IAT. Fuente: Los Autores.

| <b>MUESTRA</b>       |                       |                       |                       |                       |                       |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                      | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <b>ASIMETRÍA</b>     | -0.197                | -0.308                | -0.132                | -0.175                | -0.447                |
| <b>KURTOSIS</b>      | 1.535                 | 1.637                 | 1.373                 | 1.713                 | 2.215                 |
| <b>MÁXIMO</b>        | 37.801                | 52.653                | 56.467                | 47.561                | 38.204                |
| <b>MÍNIMO</b>        | 31.785                | 38.062                | 43.628                | 36.996                | 32.093                |
| <b>RMS</b>           | 34.957                | 46.525                | 50.537                | 42.113                | 35.728                |
| <b>FACTOR CRESTA</b> | 1.081                 | 1.132                 | 1.117                 | 1.129                 | 1.069                 |
| <b>MEAN</b>          | 34.918                | 46.325                | 50.347                | 42.033                | 35.707                |
| <b>D. ESTÁNDAR</b>   | 1.651                 | 4.312                 | 4.387                 | 2.607                 | 1.212                 |
| <b>VARIANZA</b>      | 2.727                 | 18.590                | 19.243                | 6.797                 | 1.468                 |
| <b>MEDIANA</b>       | 35.101                | 47.632                | 51.540                | 42.041                | 35.859                |
| <b>M. RECORTADA</b>  | 34.918                | 46.325                | 50.347                | 42.033                | 35.707                |
| <b>MODA</b>          | 36.809                | 51.267                | 55.632                | 41.909                | 37.257                |
| <b># PICOS</b>       | 531.000               | 520.000               | 457.000               | 393.000               | 621.000               |
| <b>ENERGÍA x103</b>  | 2.842.924.037.<br>394 | 5.096.158.698.<br>589 | 6.263.915.71<br>1.085 | 2.356.863.66<br>8.015 | 4.076.125.<br>519.440 |
| <b>POTENCIA</b>      | 1.861.770.817         | 3.307.046.527         | 3.984.679.20<br>6     | 2.040.574.60<br>4     | 2.279.712.<br>259     |

Anexo Tabla 9. Estadísticas CAE O2. Fuente: Los Autores.

|                      | MUESTRA     |             |             |             |           |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
|                      | 1           | 2           | 3           | 4           | 5         |
| <b>ASIMETRÍA</b>     | 0.368       | -0.092      | -0.142      | 0.079       | 0.402     |
| <b>KURTOSIS</b>      | 1.395       | 1.294       | 1.224       | 1.254       | 1.420     |
| <b>MÁXIMO</b>        | 1.017       | 0.991       | 1.087       | 0.961       | 1.012     |
| <b>MÍNIMO</b>        | 0.021       | 0.030       | -0.014      | 0.000       | 0.004     |
| <b>RMS</b>           | 0.556       | 0.626       | 0.652       | 0.563       | 0.557     |
| <b>FACTOR CRESTA</b> | 1.828       | 1.584       | 1.667       | 1.705       | 1.815     |
| <b>MEAN</b>          | 0.435       | 0.531       | 0.528       | 0.444       | 0.430     |
| <b>D. ESTÁNDAR</b>   | 0.348       | 0.330       | 0.384       | 0.347       | 0.355     |
| <b>VARIANZA</b>      | 0.121       | 0.109       | 0.147       | 0.121       | 0.126     |
| <b>MEDIANA</b>       | 0.257       | 0.597       | 0.650       | 0.389       | 0.238     |
| <b>M. RECORTADA</b>  | 0.435       | 0.531       | 0.528       | 0.444       | 0.430     |
| <b>MODA</b>          | 0.096       | 0.909       | 0.960       | 0.005       | 0.120     |
| <b># PICOS</b>       | 363.000     | 361.000     | 409.000     | 336.000     | 412.000   |
| <b>ENERGÍA x103</b>  |             |             |             |             | 589.810.1 |
|                      | 440.293.294 | 670.752.810 | 687.706.977 | 262.739.282 | 76        |
| <b>POTENCIA</b>      | 288.339     | 435.271     | 437.473     | 227.480     | 329.871   |

Anexo Tabla 10. Estadísticas CAE RPM. Fuente: Los Autores.

|                      | MUESTRA        |                |              |              |            |
|----------------------|----------------|----------------|--------------|--------------|------------|
|                      | 1              | 2              | 3            | 4            | 5          |
| <b>ASIMETRÍA</b>     | -0.440         | 0.566          | 5.812        | -0.695       | 0.208      |
| <b>KURTOSIS</b>      | 2.342          | 1.796          | 43.290       | 2.690        | 2.827      |
| <b>MÁXIMO</b>        | 2.017.475      | 3.046.134      | 14.622.075   | 3.252.749    | 2.252.415  |
| <b>MÍNIMO</b>        | 635.670        | 572.398        | 586.622      | 549.836      | 662.279    |
| <b>RMS</b>           | 1.452.342      | 1.529.274      | 2.795.287    | 2.113.445    | 1.490.168  |
| <b>FACTOR CRESTA</b> | 1.389          | 1.992          | 5.231        | 1.539        | 1.512      |
| <b>MEAN</b>          | 1.428.872      | 1.409.258      | 2.236.229    | 2.033.915    | 1.461.311  |
| <b>D. ESTÁNDAR</b>   | 260.126        | 594.054        | 1.677.708    | 574.566      | 291.921    |
| <b>VARIANZA</b>      |                |                | 2.814.703.10 |              | 85.218.04  |
|                      | 67.665.441     | 352.900.433    | 6            | 330.126.437  | 0          |
| <b>MEDIANA</b>       | 1.489.228      | 1.023.640      | 2.181.663    | 2.147.207    | 1.466.421  |
| <b>M. RECORTADA</b>  | 1.428.872      | 1.409.258      | 2.236.229    | 2.033.915    | 1.461.311  |
| <b>MODA</b>          | 1.623.661      | 931.090        | 2.060.345    | 2.428.361    | 1.481.199  |
| <b># PICOS</b>       | 366.000        | 292.000        | 206.000      | 180.000      | 370.000    |
| <b>ENERGÍA x103</b>  |                |                |              |              | 6.826.849. |
|                      | 4.760.632.172. | 4.716.132.384. | 12.357.696.8 | 5.518.605.55 | 680.761.7  |
|                      | 358.920        | 676.630        | 58.404.800   | 4.591.110    | 90         |
| <b>POTENCIA</b>      | 3.117.637.309. | 3.060.436.330. | 7.861.130.31 | 4.778.013.46 | 3.818.148. |
|                      | 993            | 095            | 7.051        | 7.178        | 591.030    |